

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

LIBEREC 2014

BC. MAREK POVÝŠIL

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

**TEPELNÝ KOMFORT SPORTOVNÍCH DRESŮ
V SIMULOVANÝCH PODMÍNKÁCH
BĚŽECKÉHO TRÉNINKU**

**THERMAL COMFORT SPORTS JERSEY IN
SIMULATED RUNNING TRAINING**

LIBEREC 2014

BC. MAREK POVÝŠIL

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

Rozsah práce:

Počet stran textu.... 88

Počet obrázků 73

Počet tabulek..... 8

Počet stran příloh.. 12

Zadání diplomové práce

(vložit originál)

P r o h l á š e n í

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum 6. 1. 2014

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto Prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc. za metodickou pomoc a rady, které přispěly ke zdárnému vytvoření této práce. Dále bych chtěl poděkovat svým kamarádům za poskytnutí sportovních dresů, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout a své rodině za podporu po celou dobu realizace práce.

ANOTACE

Tato diplomová práce je zaměřena na problematiku hodnocení tepelného komfortu sportovních dresů s dlouhým rukávem v podmínkách běžeckého tréninku a dále stručným představením toho, co ovlivňuje tepelný komfort lidského organismu. Cílem práce je určit parametry tepelného komfortu u sportovních dresů po běžeckém tréninku za vlhka a dosažené výsledky porovnat s výsledky měření za sucha a při simulaci potního impulsu.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Komfort, sportovní dres, Permetest, Alambeta, termoregulace, prodyšnost

ANNOTATION

This thesis is focused on the evaluation of thermal comfort sports jerseys with long sleeves in terms of running training and a brief introduction of what affects thermal comfort of the human body. The aim is to determine the parameters of thermal comfort in sports jerseys after running training wet and the results compared with the results of measurements in dry and in the simulation sudoriferous pulse.

KEY WORDS:

Comfort, sports jersey, Permetest, Alambeta, thermoregulation, permeability

Seznam použitých značek

mm	milimetr	
μm	mikrometr	
h	tloušťka materiálu	[m], [mm]
λ	měrná tepelná vodivost	$[\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}]$, $[\text{mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}]$
r	plošný odpor vedení tepla	$[\text{W}^{-1}\text{K}\cdot\text{m}^2]$
q	tepelný tok	$[\text{W}/\text{m}^2]$
b	tepelná jímavost	$[\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}]$
W	Watt, jednotka výkonu	
K	stupeň Kelvina	
$^{\circ}\text{C}$	stupeň Celsia	
m^2	metr čtvereční	
g	gram	
n	počet měření	
cm	centimetr	
s	sekunda	
str.	strana	
φ	relativní vlhkost vzduchu	[%]
v_A	rychlost vzduchu	[m/s]
t_{wb}	teplota vlhkého teploměru	$^{\circ}\text{C}$
t_O	teplota kulového teploměru	$^{\circ}\text{C}$
t_{WBG}	teplota mokrého kulového teploměru	$^{\circ}\text{C}$
ΔP	kapilární tlak	[Pa]
r, R	poloměr	[m]
γ	povrchové napětí vody	[N/m]
Θ	kontaktní úhel	
cos	cosinus úhlu	
p	zvětšení vnitřního povrchu kapilárních kanálů	
CO_2	oxid uhličitý	
ml	mililitr	
cm^2	centimetr čtvereční	
Q_m	smáčecí teplo	[J]

J	joule	
kg	kilogram	
R_t	tepelný odpor textilní	$[m^2.K/W]$
R_w	tepelný odpor vody	$[m^2.K/W]$
λ_T	tepelná vodivost textilií	$[Wm^{-1}K^{-1}], [mW.m^{-1}.K^{-1}]$
λ_w	tepelná vodivost vody	$[Wm^{-1}K^{-1}], [mW.m^{-1}.K^{-1}]$
λ_{RES}	celková tepelná vodivost	$[Wm^{-1}K^{-1}], [mW.m^{-1}.K^{-1}]$
ε	pórovitost	
U	hmotnostní přivažek	$[\%]$
λ_r	tepelná vodivost suchého materiálu	$[Wm^{-1}K^{-1}], [mW.m^{-1}.K^{-1}]$
UV	ultrafialové záření	$[kLy]$
mN	micronewton	
R_{ct}	tepelný odpor	$[m^2K.W^{-1}]$
RWVP	paropropustnost	$[\%]$
R_{et}	výparný odpor	$[Pa.m^2W^{-1}]$
p	relativní propustnost textilií pro vodní páry	$[\%]$
Pa	Pascal, jednotka tlaku	
m_v	hmotnost vlhkého vzorku	$[kg]$
m_s	hmotnost suchého vzorku	$[kg]$

Obsah

ÚVOD	11
Teoretická část	12
1 Komfort textilií	12
1.1 Psychologický komfort.....	12
1.2 Senzorický komfort.....	13
1.3 Patofyziologický komfort.....	13
1.4 Termofyziologický komfort.....	14
2 Termoregulace	16
2.1 Fyzikální termoregulace.....	17
2.2 Chemická termoregulace.....	18
2.3 Odvod kapalné vlhkosti z povrchu lidského těla.....	18
2.3.1 Difúze	18
2.3.2 Kapilární odvod	19
2.3.3 Sorpce	19
3 Princip simulace potního impulsu	20
4 Jednoduchý model tepelné vodivosti textilií ve vlhkém stavu.....	22
5 Matematický model pro výpočet q_{tot} u zavlhčené textilie	23
6 Požadavky na sportovní dresy	25
7 Textilní vlákna.....	26
7.1 Materiály ve zkoumaných dresech	27
7.1.1 Bavlna.....	27
7.1.2 Polypropylen	28
7.1.3 Polyamid.....	28
7.1.4 Polyester.....	29
7.1.5 Elastan (Spandex)	29
7.1.6 Moira.....	29
7.1.7 Polyester Cooldry	30
8 Alambeta	31
9 Permetest.....	33
10 FX 3300.....	35
Experimentální část.....	37
11 Použité dresy při měření	37

12 Měření sportovních dresů na přístroji permetest	42
13 Měření sportovních dresů na přístroji alambeta	50
13.1 Měřené sportovní dresy na přístroji Alambeta v suchém stavu	50
13.2 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – běžecký pás	55
13.3 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – simulace potního impulsu	59
13.4 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta - porovnání hodnot za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka	63
13.5 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – porovnání hodnot po simulaci potního impulzu a po běžeckém tréninku za vlhka	66
13.6 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – simulace sezení	72
14 Vliv vlhkostního přivažku na tepelnou jínavost a tepelný odpor	74
15 Stanovení nasákavosti	77
16 Zjišťování prodyšnosti vzduchu přístrojem Fx 3300	79
17 Vyhodnocení dotazníků	80
18 Návrh Indexu komfortu za vlhka	83
Závěr	87
Seznam použité literatury	89
Seznam použitých obrázků	90
Seznam příloh	93

ÚVOD

V dnešní moderní době existuje velké množství textilních vláken a stále se vyvíjí nové. Rovněž je snaha o zlepšení vlastností textilií a jejich vhodnou kombinací pro lepší využití. Velký důraz je kladen na vlastnosti textilií jako paropropustnost, tepelný odpor, tepelná jímavost, tepelná vodivost a prodyšnost.

Každý sportovec se chce cítit v dresu pohodlně a pociťovat určitý komfort, jenž se rozděluje na psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický. Sportovci od oděvu očekávají a požadují jiné vlastnosti než běžný člověk.

V této práci jsou hodnoceny komfortní vlastnosti sportovních dresů před běžeckým výkonem a následně po něm po zavlhčení potem.

V teoretické části práce je popisován komfort textilií. Dále je popisována termoregulace, která je při zátěži jedním z nejdůležitějších metabolických procesů. Rovněž jsou popsány současné požadavky uživatelů na sportovní dresy a samotné materiály, které byli použity ve zkoumaných dresech. V závěru této části jsou popsány funkce a princip měření na přístrojích Alambeta a Permetest.

V úvodu experimentální části jsou popsány základní charakteristiky měřených sportovních dresů. K hodnocení komfortu textilií poslouží měření a následné výsledky na přístrojích Permetest a Alambeta. Sportovní dresy byly přeměřeny po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulzu. Následně jsou naměřené komfortní vlastnosti dresů porovnány a okomentovány u jednotlivých grafů. Dále proběhla na přístroji Alambeta měření, jenž simulovala sezení hráče.

Na konci experimentální části jsou vyhodnoceny dotazníky a porovnány s výsledky měření na přístroji Permetest. Dále byl navržen index komfortu za vlhka, který slouží k zjištění komfortu jednotlivých sportovních dresů.

TEORETICKÁ ČÁST

1 KOMFORT TEXTILÍ

„Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Subjektivně je tento pocit brán jako pocit pohody. Nepřevládají pocity tepla ani chladu, je možné v tomto stavu setrvat a pracovat.“ [1]

Komfort lidé mohou vnímat všemi smysly vyjma chuti, tedy hmatem, zrakem, sluchem, čichem.

Komfort je rozdělen do čtyř skupin: psychologický, senzorický, patofyziologický, termofyziologický.

1.1 Psychologický komfort

Psychologický komfort se rozděluje podle 6 ti hledisek:

- Klimatické: jedná se o běžně nošené oblečení, jenž by mělo hlavně respektovat tepelně – klimatické podmínky a jenž jsou podmíněny geograficky.
- Ekonomické: obsahují přírodní podmínky obživy, výrobní prostředky, politický systém, úroveň technologie apod.
- Historické: lidé preferují výrobky z přírodních materiálů nebo napodobujících přírodní materiály.
- Kulturní: do tohoto hlediska spadá tradice, zvyky, obřady, náboženství.
- Sociální: v různých třídách postavení lidí ve společnosti se liší i jejich oblečení.
- Skupinové a individuální: zde se jedná o obor oděvního návrhářství a patří sem módní vlivy, styl, barvy, trendy, osobní preference. [1]

1.2 Senzorický komfort

Do sensorického komfortu spadá vnímání a pocity lidí při bezprostředním styku s pokožkou a první vrstvou oděvu. Pocity, které vznikají při nošení a styku textilie s pokožkou mohou být nepříjemné a dráždivé (tlak, pocit vlhkosti, škrábání, kousání, píchání, lepení apod.) nebo příjemné (pocit měkkosti, splývavost).

Senzorický komfort se rozděluje na komfort nošení a omak.

Komfort nošení oděvů, který se následně rozděluje na:

- povrchovou strukturu použitých textilií
- vybrané mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v textiliích
- schopnost textilií pohlcovat a přepravovat plynnou či kapalnou vlhkost.

Omak je veličina, která je velmi subjektivní a každý jedinec ji vnímá jinak. Pro zjednodušení je omak vyznačován vlastnostmi:

- hladkost
- tuhost
- objemnost
- tepelně- kontaktní vjem [1]

1.3 Patofyziologický komfort

Tato skupina zahrnuje působení chemických substancí obsažených v materiálu, ze kterého je oděv vyroben a mikroorganismů, jenž jsou na lidské pokožce. Tyto vlivy jsou u každého jedince vnímány odlišně. Jde o odolnost lidské pokožky proti účinkům chemických látek obsažených v textiliích a na podmínkách růstu kultur mikroorganismů, jenž se vyskytují v mikroklimatu omezeném povrchem lidského těla a textilií.

Nepříznivé působení oděvu na pokožku může vyvolat kožní onemocnění jako je dermatóza.

Toto onemocnění může být způsobeno dvěma způsoby:

- drážděním: je to jev, který se může vyvolat u každého člověka a vyvolávají ho soli, organická rozpouštědla, syntetické prací prostředky apod.

- alergií, tento jev je způsoben kontaktem s alergenem, tím vzniká ekzém. Látky, na něž je člověk alergický jsou především barviva, prací prostředky, desinfekční prostředky.

Proto je důležité řešit vzájemné působení oděvu a lidského organismu a zaměřit vývoj oděvních textilií tak, aby se získávaly oděvní výrobky s co nejmenší dráždivostí pokožky a zároveň s co největší antimikrobiální účinností. [1]

1.4 Termofyziologický komfort

Vystihuje stav tepelné pohody, pokud nepřevládají pocity tepla či chladu a charakterizuje to stav organismu. Ideální vlastnosti pro textilií, aby byla pro organismus optimálně přínosná, jsou přenos tepla, přenos potu a par.

Při nejpriznivějších podmínkách nastává termofyziologický komfort:

- teplota pokožky $33 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- relativní vlhkost vzduchu $50\% \pm 10\%$
- rychlost proudění vzduchu $25 \pm 10\text{ cm/s}$
- obsah CO_2 $0,07\%$
- nepřítomnost vody na pokožce

Proto je nutné vyrábět oděvy tak, aby tyto schopnosti přenosu tepla, kapalné i plynné vlhkosti a občas i vzduchu, zabezpečovali během nošení tyto nejpriznivější hodnoty.

Tepelný komfort vnitřního a vnějšího prostředí usměrňují tyto parametry:

- relativní vlhkost vzduchu φ
- rychlost vzduchu v_A
- teplota suchého teploměru (nebo vzduchu) t_A
- teplota vlhkého teploměru t_{wb} , silně závislá na φ a v_A

- teplota kulového teploměru t_o , ta je měřena v centru černé koule, tím je zahrnut i účinek slunečního záření. Souhrnný tepelný efekt okolí je vyjádřený pomocí teploty mokrého kulového teploměru t_{wBG}

Ukázka kategorií parametrů okolního ovzduší, jenž umožňují termofyziologický komfort pro různé fyzické aktivity.

(Pokud je splněna podmínka, že hladina teploty sálání nepřekročí hodnotu teploty vzduchu v okolí t_A o více než 2 °C). [1]

Administrativní práce	$t_A = 21\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$	$\varphi = 55\% \pm 15\%$	$v_A = 0,1\text{m/s}$
Lehká manuální práce	$t_A = 19\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$	$\varphi = 55\% \pm 15\%$	$v_A = 0,2\text{m/s}$
Těžká manuální práce	$t_A = 18\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$	$\varphi = 50\% \pm 15\%$	$v_A = 0,4\text{m/s}$
Velmi těžká práce	$t_A = 17\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$	$\varphi = 50\% \pm 15\%$	$v_A = 0,5\text{m/s}$

2 TERMOREGULACE

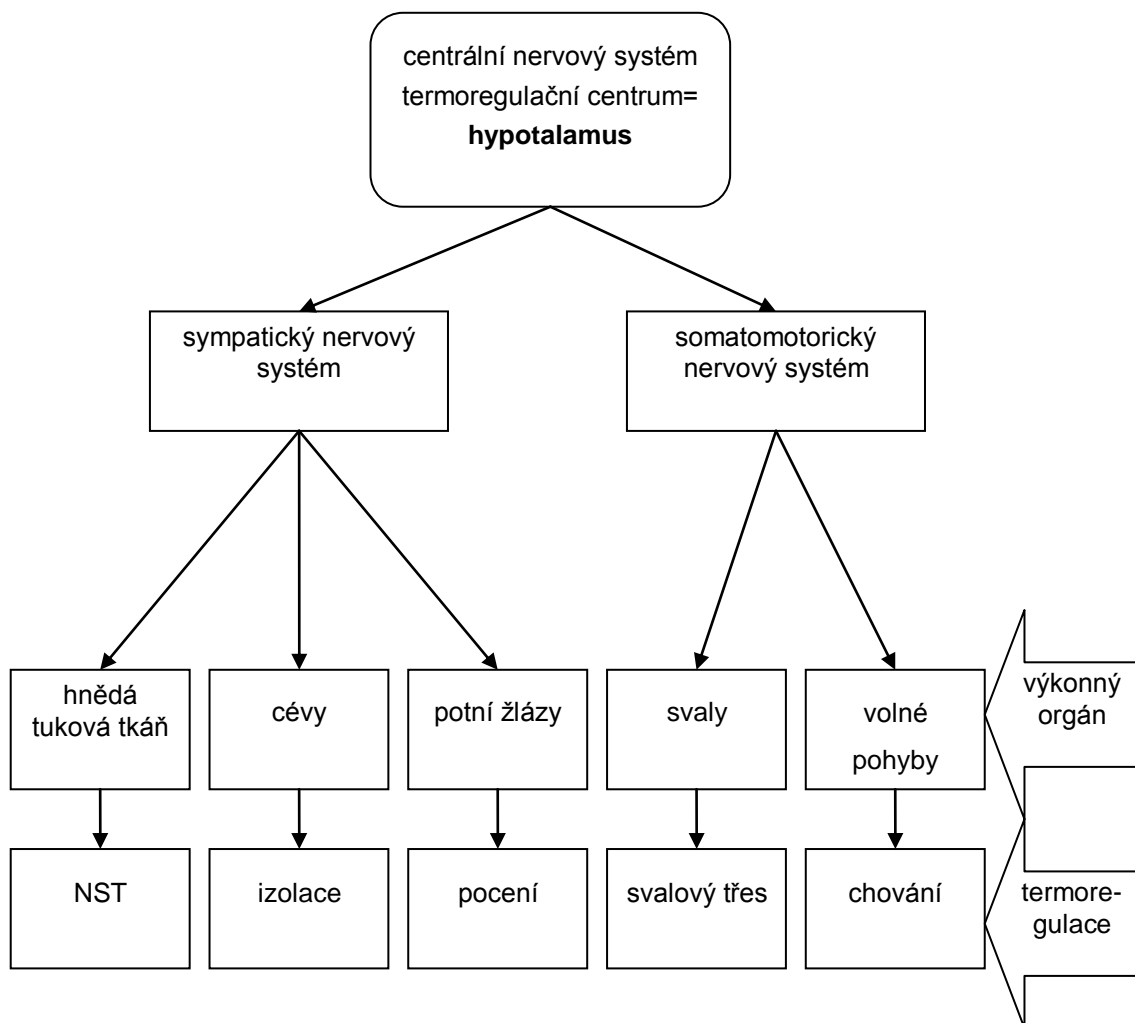
Lidé přísluší do skupiny teplokrevných tvorů. Z toho vyplývá, že lidé mají schopnost udržovat stálou tělesnou teplotu, pokud jsou v obvyklém tepelném klimatu. Ovšem u novorozence ještě není dostatečně vyvinutá termoregulace, tudíž se jeho teplota může měnit rychle. Tento rozvoj termoregulace se ukončuje až kolem jednoho roku života dítěte. I ve stáří je termoregulace člověka oslabena a tudíž nižší.

U lidí se tělesná teplota pohybuje kolem 36,6 °C. Kolem této hodnoty se převážně pohybuje výsledek měření lékařským teploměrem v podpaží. V tomto místě je teplota poměrně stabilní. Přesnější výsledky dodá měření v konečníku (tam se teplota ovšem pohybuje v průměru o 0,7 °C vyšší). Také se teplota dobře měří v ústech, kde se umístí teploměr pod jazyk (teplota se tam pohybuje v průměru o 0,5 °C vyšší).

Když se posuzují změny tělesné teploty, je potřeba brát v potaz, že během dne teplota kolísá až o 0,5 °C. Nejnižší teploty lidský organismus dosahuje ráno, naopak nejvyšší mezi 17. a 18. hodinou. Kolísání tělesné teploty není závislé na životních příhodách a má charakter biologického rytmu. Ovšem konzumace vydatného jídla nebo namáhavá fyzická práce zvyšuje tělesnou teplotu až o desetiny stupňů Celsia.

Fyzikální regulace je závislé udržování tělesné teploty. Ta určuje, jaké množství tepla organismus vydává a dále chemická regulace, která ovládá produkci tepla v organismu.

Na následujícím obrázku č. 1 je zobrazen termoregulační systém lidského těla. Lidé se díky termoregulaci potí (produkují vodu). Pokud je teplota kůže do 34 °C, dokáže tělo vyprodukovat do okolí až 0,03 litru potu za jedinou hodinu. Když teplota vystoupá nad 34 °C, dokáže tělo vyprodukovat až 0,07 litru potu za jedinou hodinu. Musí se brát v potaz i faktory ovlivňující pocení jako je teplota okolí a to, že se každý jedinec potí odlišně, ale i jak moc byl fyzicky zatížen. [3]



Obr. č. 1 Termoregulační systém lidského těla [1]

2.1 Fyzikální termoregulace

Fyzikální termoregulace je závislá na pocení, vydechování vodních par, teplotě kůže a teplotě exkretů. Lidský organismus ztrácí teplo převážně povrchem těla jako je sálání, odpařování, proudění a vedení. Kromě toho dále odpařováním v dýchacích cestách, stolicí a močí.

Největší ztráty tepla jsou povrchem těla, a to hlavně sáláním. Další významnou ztrátou tepla je způsobeno odpařováním, a to převážně když nastanou vysoké teploty v okolí. Poté nastává pocení, protože ostatní formy fyzikální termoregulace jsou vyřazeny. Organismus je připravenější k pocení převážně v odpoledních hodinách. [3]

2.2 Chemická termoregulace

Chemická termoregulace je závislá na kosterním svalstvu a činnosti žláz, převážně jater. Když probíhají metabolické pochody spojené se svalovou prací, dochází ke vzniku až dvou třetin tepla v těle. Pokud k svalové práci dochází v nepříznivých teplotách, je možné, že dojde k přehřátí organismu. Když dojde k vyšší tělesné teplotě než 43 °C, začínají selhávat regulační mechanismy. To se projevuje zvracením, upadáváním do mdlob, nastupují klonické křeče, poté již nastane smrt.

U lidí tepelný komfort potřebuje teplotu obytného prostředí mezi 16 až 26 °C, avšak doporučená teplota je 18 až 20 °C.

Pokud se člověk dobře a kvalitně oblékne, je schopný snášet teplotu od -60 °C až do +45 °C.

Stálou tělesnou teplotu udržují termoregulační centra, která jsou uložena v páteřní a prodloužené míše a v hypotalamu. [3]

2.3 Odvod kapalné vlhkosti z povrchu lidského těla

Lidé se díky termoregulaci potí (produkují vodu). Pokud má na sobě člověk oblečení, v tomto případě sportovní dres s dlouhým rukávem, transport vlhkosti se řídí následujícími principy:

- difúzí
- kapilárně
- sorpčně

Ze zmíněných tří druhů odvodu kapalné vlhkosti probíhá nejrychleji kapilární a difúzní, až po nich sorpce. Tyto tři mechanismy se podílejí na transportu vlhkosti současně. [1]

2.3.1 Difúze

Difúzní prosákavost vlhkosti z povrchu těla přes oblečení je uskutečňována díky pórům, jež se svou velikostí a křivolakostí podílejí na kapilárním odvodu.

Vlhkost prochází oblečením ve směru nižšího parciálního tlaku vodní páry. Difúzní odpor singulárních textilních vrstev odlišných kvalit a druhů se následně sčítá. Nezanedbatelnou roli hraje i odpor vzduchových mezivrstev.

Porézní textilie umožňuje volnou konvekci svými otvory. Vlhkost, jenž se šíří přirozeně až na povrch textilie, je vyvedena do okolí. Vyšší propustnost vodní páry mají oproti tkaninám pleteniny, a to díky větší porozitě. [1]

2.3.2 Kapilární odvod

Kapilární odvod potu se zakládá na tom, že kapalný pot ulpívající na kůži je ve styku s oblečením a jejími kapilárními cestami prosakuje do její plochy všemi směry. V tomto případě se mluví o knotovém efektu.

Kapilární tlak ΔP , způsobující tok kapalné vlhkosti obecně od velkých pórů o efektivním poloměru R k malým pórům odpovídajícího poloměru r , je úměrný povrchovému napětí vody γ a funkci \cos kontaktního úhlu Θ (charakterizující smáčecí schopnosti této textilie) podle rovnice

$$\Delta P = 2\gamma [(p_r \cdot \cos \Theta_r / r) - p_R \cdot \cos \Theta_R / R] \quad (1)$$

Zde termín p představuje zvětšení vnitřního povrchu kapilárních kanálů. Jestliže bylo dosaženo nějaké povrchové úpravy vláken, které zvyšují drsnost vláken (jako laserová úprava), kapilární tlak se zvýší a proto takto upravené látky vykazují vyšší knotové vlastnosti.

Pro dosažení intenzivního odvodu vlhkosti musí být struktura příze kompaktní a prostor mezi speciálně tvarovanými vlákny co nejmenší. Současně musí být adheze mezi kapalinou a vláknem dostatečně malá, aby výsledný silový účinek preferoval pohyb vlhkosti. Příkladem vláken, kde adhezní síly převyšují síly kapilární, jsou vlákna bavlněná nebo viskózová. [1]

2.3.3 Sorpce

Tento proces potřebuje nejdříve vznik vlhkosti nebo potu v kapalně podobě do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a poté již samotné navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Proces sorpce je podmíněn užitím textilie, která přinejmenším obsahuje sorpční vlákna. Tento proces je tudíž nejpomalejší. [1]

3 PRINCIP SIMULACE POTNÍHO IMPULZU

Tato metoda spočívá v aplikaci 0,5 ml vody s 1% povrchově aktivních látek do středu zkušební vzorku s následnou prodlevou 1 minuty. Během této doby se kapalina simulující pot šíří od středu vzorku, čímž se sníží místní úroveň relativní vlhkosti v textilií. U bavlny se většinou aplikace 0,5 ml vody za 1 minutu rozšíří na plochu cca 2 cm² (s průměrem 1,5 cm). Tím je zahájeno vlastní měření. Díky speciální konstrukci přístrojů Alambeta a Permetest je snímací část těchto přístrojů, která měří teplo procházející či vytvářené zavlhčenou částí vzorku, vždy v dobrém tepelném kontaktu s tímto vzorkem.

Pokud látka absorbuje vodu, je generováno smáčecí teplo Q_m . Toto teplo je větší pro suché tkaniny a nižší u vlhkých textilií. Pro průměrný stupeň vlhkosti může dosáhnout úrovně 500 J/kg absorbované vody. V našem případě:

$$Q_m = 0,0005 \text{ kg} \cdot 500 \text{ J/kg} = 0,25 \text{ J} \quad (2)$$

Během smáčení, jsou textilie záměrně umístěny na keramické podložce s tepelnou jímavostí $b = 3000 \text{ [Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K]}$. Teplo je vytvářeno nepřetržitě, nepřetržitě se zvětšuje i plocha A vlhké oblasti kolem zvlhčeného středu. Pro jednoduchost se uvažuje zvýšení tepla jako lineární funkce času. Potom tepelný tok $q \text{ [W/m}^2\text{]}$ vytvářený smáčením může být vypočten jako:

$$qA = Q_m / \tau \quad (3)$$

Generované teplo je odváděno pryč od horního volného povrchu přirozenou konvekcí, kde nízkou účinnost přenosu tepla lze zanedbat. Mnohem účinnější bude tepelný přenos vedený od spodní části vzorku do keramické desky, kde byl vzorek umístěn. V tomto případě, může být deska považována za polonekonečné těleso, kde nestacionární vedení tepla popisuje následující rovnice:

$$Q_m / (A\tau) = b\Delta t / (\pi\tau)^{1/2} \quad (4)$$

Termín b zde znamená tepelnou jímavost. Po dosažení všech parametrů do této rovnice je získán nárůst teploty $\Delta t = 0,173 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro porovnání je třeba uvést, že v přístroji Alambeta se měřící hlavice ohřívá na teplotní rozdíl $\Delta t = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Testovaný vzorek po 60 sekundách se v důsledku smáčecího tepla výsledky ohřeje pouze o $\Delta t = 0,173 \text{ }^{\circ}\text{C}$, což představuje pouze 1,73% z celkového teplotního spádu. Tím bylo potvrzeno, že vznikající smáčecí teplo nemůže způsobit vážnou chybu měření. [4]

4 JEDNODUCHÝ MODEL TEPELNÉ VODIVOSTI TEXTILIÍ VE VLHKÉM STAVU

Zjednodušený matematický model pro tepelnou vodivost λ obsahuje tepelnou vodivost textilie a tepelnou vodivost vody. V tomto modelu je prostor vyplněný vzduchem částečně nahrazen vodou. Oddělením polymeru od vzduchových účinků na výsledném tepelném odporu a vodivosti nejsou brány v potaz, neboť postrádají smysl: nemohou být přesné vzhledem k významnému vlivu konstrukce textilie. Na druhou stranu se tepelné vlastnosti textilií měří velmi přesně. Celkový tepelný odpor je v jednotlivých vrstvách vlhkých textilií považován za paralelní spojení tepelného odporu textilního R_t a tepelného odporu vody R_w , a to vzhledem k přítomnosti vody mezi textilními povrchy.

V tomto případě, při použití podstatného zjednodušení tím, že se uvažuje suchá hmotnost textilie (a povrch) na 100% a obsah vlhkosti U ($u < 100\%$), se používá:

$$\lambda_{RES} = (\lambda_T + U \lambda_w) / (1 + U), \quad R_{RES} = 1 / \lambda_{RES} \quad (5)$$

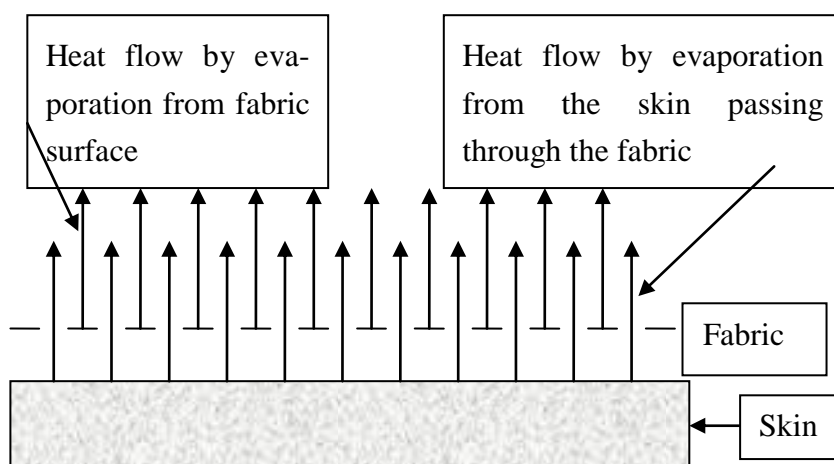
kde λ_{RES} je celková tepelná vodivost, U je hmotnost [%] suchých textilií, λ_t je tepelná vodivost suchého materiálu. Je třeba zdůraznit, že další výsledky experimentálně stanovené λ zahrnují také malý vliv na přenos tepla zářením a také některé odpary se zde konají, a to navzdory těsného kontaktu textilie s měřicími deskami přístroje. [5]

5 MATEMATICKÝ MODEL PRO VÝPOČET Q_{TOT} U ZAVLHČENÉ TEXTILIE

Vliv zavlhčení na paropropustnost textilie je analyzován v diplomové práci Michala Kříže, z níž jsou převzaty některé následující výsledky. Základem analýzy je skutečnost, že celkový relativní chladicí tok z textilie sestává z chladicího toku od pokožky skrze textilií a chladicího tok vytvářeného odporem z povrchu vlhké textilie, viz následující obr. č. 2

Nicméně Kříž ve své práci uvažuje vliv mezery mezi pokožkou a textilií, zatímco v tomto případě mezera uvažována nebude. Navíc, v práci M. Kříže byly nalezeny chybné rozměry veličin u některých, níže uvedených vztahů.

Při měření se separační fólií vloženou mezi měřícím povrchem přístroje Permetest a vzorkem se pak uplatní pouze odpar z povrchu vlhké textilie. Následně rozdíl naměřených hodnot mezi měřeními na textilií zavlhčené potním impulzem v prvním případě bez fólie a poté s fólií pak poskytne hledanou efektivní relativní paropropustnost zavlhčené textilie neboli efektivní relativní chladicí tok z povrchu této zavlhčené textilie.[17]



Obr. č. 2 Schéma odparu z pokožky přes textilií

Celkový tepelný tok:

$$q_{tot} = q_{skin} + q_{fab} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (6)$$

Tepelný tok z povrchu kůže:

$$q_{skin} = L[(p_{sat} - p_{air})/(R_{et} + R_{eto})] \quad (7)$$

Tepelný tok z povrchu vlhké textilie:

$$q_{fab} = \beta \cdot L(p_{sat} - p_{air})/[1 + \alpha \cdot R_{ct}(1 - k \cdot U)] \quad (8)$$

Výparný odpor mezní vrstvy:

$$R_{eto} = \frac{1}{\beta} \text{ [Pa.m}^2 \text{ .s/kg]} \quad (9)$$

Difúzní součinitel pro vodní páry – vztaženo na tlak:

$$D_p = D_c \cdot M_w / RT \text{ [kg/m.s.Pa]} \quad (10)$$

kde:

L – výparné teplo vody [J.kg⁻¹]

D_c – difúzní koeficient vztažen na koncentraci [m².s⁻¹]

M_w – molární hmotnost vodní páry [18 kg/kmol]

R – obecná plynová konstanta [8,31 kg⁻¹mol⁻¹]

T – absolutní teplota vodní páry [K]

Po dosazení dostaneme rovnici celkového tepelného toku [W/m²]:

$$q_{tot} = L[(p_{sat} - p_{air})/(R_{et} + R_{eto})] + \{L \cdot \beta(p_{sat} - p_{air})/[1 + \alpha \cdot R_{ct}(1 - k \cdot U)]\}$$

kde:

p_{sat} – nasycený tlak na povrchu textilie [Pa]

p_{air} – tlak vzduchu v okolním prostředí [Pa]

R_{et} – odpor textilie [Pa.m²s/kg] proti přenosu vlhkosti

R_{eto} – odpor mezní vrstvy [Pa.m²s/kg] proti přenosu vlhkosti

k – konstanta charakterizující pokles tepelného odporu textilie s její rostoucí vlhkostí

U – hmotnostní přívažek vlhkosti v textilií [%]

h – výška vzduchové mezery [mm]

β – součinitel přenosu hmoty prouděním → β ≈ √v [kg/m².s.Pa]

6 POŽADAVKY NA SPORTOVNÍ DRESY

Požadavky na sportovní oblečení se během posledních pár let výrazně zvýšily. Nejdůležitější u tepelného komfortu sportovních a ochranných oděvů jsou tepelný odpor a paropropustnost pro vodní páry. Na rozdíl od běžných textilií jsou ochranné a funkční oděvy, jako např. sportovní dresy, také použity v mokrém stavu, což ovlivňuje jejich pohodlí a vlastnosti. Sportovní dresy zkoumané v tomto dokumentu patří k ochranným oděvům, které v důsledku vysoké fyzické aktivity jsou často nošeny v mokrém stavu, a to v důsledku absorbovaného potu.[6]

Sportovci kladou velký důraz na to, aby oblečení splňovalo následující požadavky:

- odvádělo dobře pot od pokožky
- udržovalo u těla optimální množství tepla (v chladu hřálo a v teple chladilo)
- co nejméně absorbovalo vlhkost
- odolnost proti oděru a plstnatost
- stabilitu původní podoby
- stabilitu čerstvosti a stálobarevnosti na UV záření
- zabránění rozvoji bakterií, plísní a mykóz
- nezpůsobit alergie
- dobré přizpůsobení tělu
- snadná údržba
- recyklovatelnost

Zároveň s těmito požadavky jsou kladeny požadavky na moderní vzhled.

7 TEXTILNÍ VLÁKNA

Člověk nejdříve získával vlákna z přírody. Později, když potřeboval pokrýt svou zvyšující se potřebu, začal zkoumat i jiné možnosti, jak získat vlákna, jenž by dokázal vyrobit sám. Když už dokázal vyrobit umělá vlákna, soustředil se na zdokonalování jejich vlastností.

Textilní vlákna získávaná z přírodních surovin: rostlinná, živočišná a minerální.

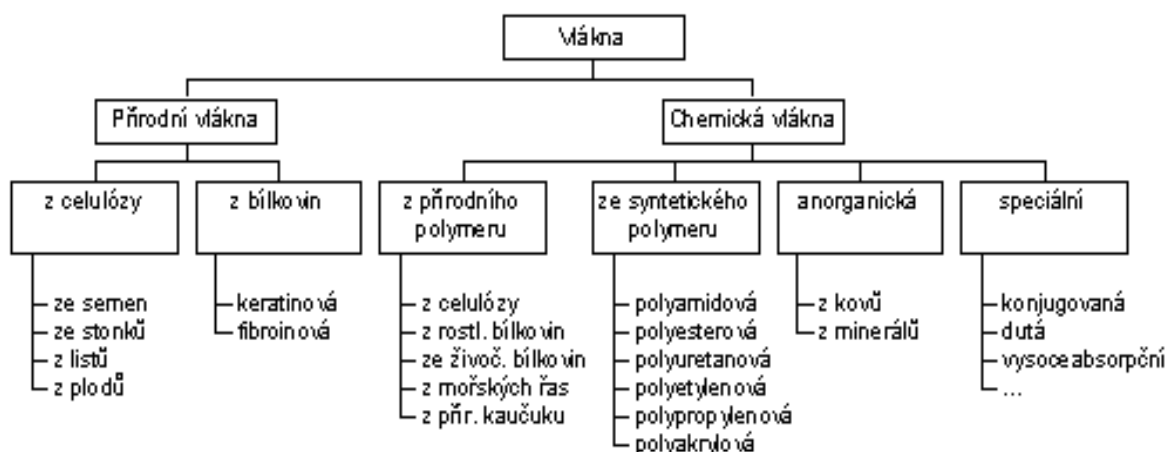
Textilní vlákna chemická, jenž vytváří člověk, se dělí podle výchozí suroviny pro jejich tvorbu. [13]

Vlákna z přírodních polymerů:

- celulózy
- vodní řasy
- rostlinné bílkoviny
- živočišné bílkoviny

Vlákna ze syntetických polymerů:

- polyamidy
- polyester
- vinylové deriváty
- polyolefiny



Obr. č. 3 Druhy textilních vláken

7.1 MATERIÁLY VE ZKOUMANÝCH DRESECH

Materiály ve zkoumaných sportovních dresech se dají rozdělit do dvou základních skupin a to do skupiny přírodních vláken a syntetických vláken. Tyto vlákna se dají dále míchat mezi sebou a pomocí toho získávat potřebné vlastnosti, kterých má být dosaženo.

7.1.1 Bavlna

Z jakostních ukazatelů patří k nejdůležitějším délka vláken neboli stapl a jeho stejnoměrnost. U velkého množství druhů bavlny platí, že čím jsou vlákna delší, tím jsou jemnější a rovněž pevnější. Z takových vláken se vypřádají jemnější a hodnotnější příze.

Dále k hodnocení jakosti patří také obsah nečistot a nezralých vláken v surovině.

Při volbě bavlny by se měl brát v úvahu způsob výroby příze a zpracování příze.

Výhodné vlastnosti:

- Dobrá pevnost v tahu (245 – 373 mN/tex) i v oděru. Používají se především u výrobků, jenž se musí častěji prát a vzhledem k tomu, že se pevnost za mokra zvyšuje až o 20%.
- Bavlna se vykazuje příjemným omakem, vysoká sací schopnost bavlny je výhodná jen při nízkých aktivitách.
- K vysoké spotřebě bavlny vede výhodný poměr celkových užitečných vlastností k ceně.

Nevýhodné vlastnosti:

- snadná mačkavost
- velká žmolkovitost
- malá ochrana proti chladu [7]

7.1.2 Polypropylen

Polypropylen slouží především pro rychlý odvod vlhkosti při tělesných aktivitách. Pro své vlastnosti je velmi často používán pro výrobu funkčních oděvů.

Vlastnosti polypropylenu:

- Absolutně hydrofobní vlákno – povrch vláken má velmi nízké povrchové napětí. Tato vlastnost patří do základní charakteristiky materiálu a je tudíž trvalá.
- Termoizolační schopnost – výrobky z polypropylenu mají vysoký stupeň tepelné izolace, jelikož polypropylen má nízkou tepelnou vodivost.
- Stálobarevnost – polypropylen je barvený ve hmotě, což znamená, že barvivo je uzavřeno ve vláknech a nedojde ke změně odstínu. Polypropylenové textilie lze bohužel prát pouze při nízkých teplotách, ale díky nízké adhezi vůči ostatním materiálům tato okolnost není na závadu.
- Nízká hmotnost – polypropylen je nejlehčí vlákno na trhu. [8]

7.1.3 Polyamid

Jedná se o syntetická vlákna. Dva nejvíce rozšířené typy jsou polyamid 6 (Silon) a polyamid 6.6 (Nylon). Ty vykazují vyšší tepelnou odolnost a trvanlivost. Oba druhy vláken jsou zvláknňovány z roztaveného polymeru a liší se v molekulové struktuře.

Mezi hlavní výhody patří snadná údržba, stabilní tvar. Používá se jako náhrada za přírodní hedvábí a směsová komponenta s bavlnou či vlnou.

K nevýhodám patří, že po zvláknění může dojít k oddělení nezreagovaného monomeru na povrchu vláken.

Vlákna se používají k tepelněizolačním výplním sportovních oděvů a přikrývek, poté také do směsových přízí pletenin a tkanin.

Údržba by měla probíhat praním, chemickým čištěním a žehlením na 150 °C. [2]

7.1.4 Polyester

Polyester je syntetické vlákno. Mezi jeho hlavní výhody a klady patří vysoká odolnost na světle, vůči povětrnosti a mikroorganismům. Dále malá navlhavost. Tu nejvíce využijeme při sušení, které probíhá rychleji než u běžných vláken. Velké množství vlastností se dá zlepšit chemickými nebo mechanickými procesy. [9]

7.1.5 Elastan (Spandex)

Jedná se o syntetické vlákno známé svou výjimečnou pružností. Dají se natáhnout na trojnásobnou délku a po uvolnění tahu se vrátí zpět do původních rozměrů s nepatrnou odchylkou. Mezi výhody elastických vláken patří nízká pevnost v oděru. Většinou se používají jen jako příměs. Často se elastická vlákna dělí na:

- Elastany – polymery s obsahem nejméně 85% segmentovaného polyuretanu.
- Elastodieny – vlákna jenž jsou sestavená z přirozeného nebo syntetického polyisoprenu. Tyto vlákna jsou sice velmi levná, ovšem jsou náchylná na působení světla a tepla, proto se dnes již téměř nevyužívají.

Elastičnost vlákna se dosáhne pomocí chemického spojení dvou segmentů a to krystalický, polyuretanový tvrdý, jenž se střídá s amorfním, měkkým z polyesteru nebo popřípadě polyetheru. [10]

7.1.6 Moira

Jedná se o syntetické vlákno z vysoce technizovaného polypropylenu, které se může chlubit následujícími vlastnostmi. Je velmi lehké, pevné, příjemné na omak, nenasákavé, snadno se udržuje. Vláknem je unikátní svým tvarem v průřezu, jenž se podobá pětilaločné hvězdě. Tím je zajištěno dvojnásobné zvětšení obvodu vlákna a současně tvoří úžlabí, kudy v důsledku kapilárních sil je vlhkost rozváděna do velké plochy textilie. [11]

7.1.7 Polyester Cooldry

Polyester Cooldry je speciální čtyř-laločnaté polyesterové vlákno, které spojuje komfort bavlny s rychleschnoucí vlastností polyesteru. Díky speciálnímu průřezu je snížena hmotnost výrobku o 25% (oproti kruhovému průřezu vlákna) a tím urychlen odvod potu od pokožky. Změnou průřezu vlákna v „křížový“ tvar se zvětšila plocha vlákna a tudíž se zvětšila i odpařovací plocha. Materiál i pokožka jsou tak v suchu, což zvyšuje pocit komfortu při sportovní aktivitě, pokud je vysokou porozitou textilie zajištěn dostatečný průchod páry oděvním výrobkem. [15]

8 ALAMBETA

Tento přístroj slouží k měření termofyzikálních parametrů textilií a to stacionárně tepelné – izolační vlastnosti jako jsou tepelná vodivost a tepelný odpor, tak i vlastnosti dynamické. Ty jsou reprezentovány tepelnou jímavostí a tepelným tokem. Přístroj simuluje běžné podmínky nošení textilií a to díky tomu, že vzorek je udržován na teplotě 22 °C a měřicí hlavice je zahřátá na teplotu 32 °C.

Měřené parametry použité v práci:

- Tloušťka materiálu h [mm]:
přístroj změří tloušťku materiálu.
- Tepelná vodivost $\lambda = q / \text{grad } t$ [mW/(m.K)],
kde q je hustota tepelného toku a t znázorňuje teplotu.



Obr. č. 4 ALAMBETA

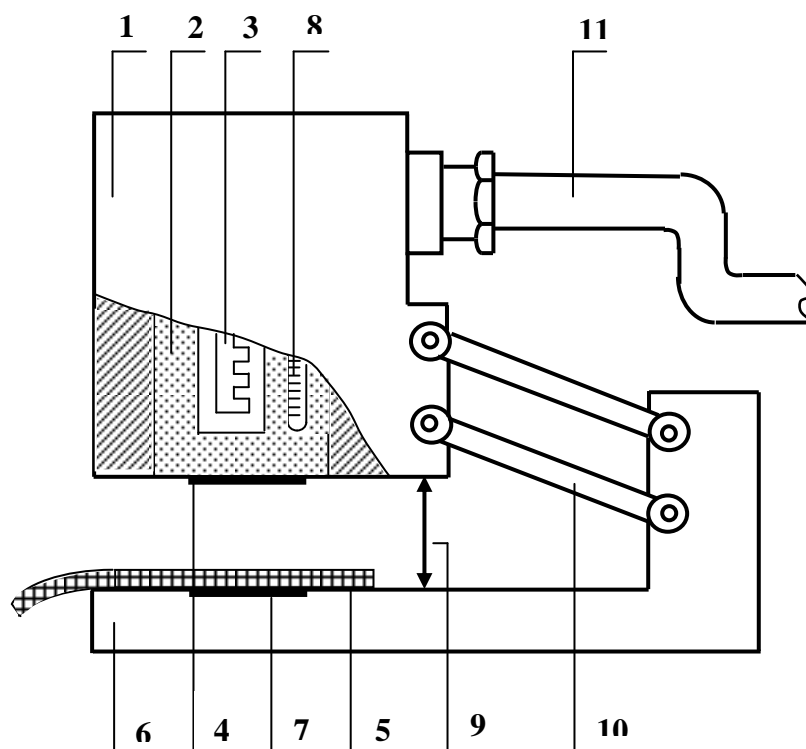
Součinitel měrné tepelné vodivosti λ představuje množství tepla na 1 m², které proteče vzorkem o tloušťce 1 m za 1 s, a vytvoří rozdíl teplot 1 K. S rostoucí teplotou, tepelná vodivost polymerů zvolna roste.

- Tepelný odpor R_{ct} [m²K/W]:
Čím nižší je tepelná vodivost, tím vyšší je tepelný odpor, dle vztahu
$$R_{ct} = h / \lambda$$

- Tepelná jímavost $b = (\lambda \rho c)^{1/2}$ [Wm⁻²s^{1/2}K⁻¹]

Kde ρ je hustota a kde c značí měrnou tepelnou kapacitu.

Parametr b charakterizuje tzv. tepelný omak a znázorňuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v následku akumulace tepla v jednotkovém objemu. [1]



Obr. č. 5 Princip přístroje ALAMBETA [1]

1. tepelně izolační kryt
2. kovový blok
3. topné těleso
4. snímač tepelného toku
5. vzorek textilie
6. základna přístroje
7. snímač tepelného toku
8. teploměr
10. paralelní vedení

9 PERMETEST

Měření paropropustnosti ($RWVP$) a výparného odporu (R_{et}) je možno na přístroji Permetest, který je svou podstatou tzv. Skin model malých rozměrů. Přístroj je založen na přímém měření tepelného toku a procházejícího povrchem tohoto tepelného modelu lidské pokožky. Povrch modelu je porézní a je zvlhčován, čímž se simuluje funkce ochlazení pocením. Na tento povrch je přiložen přes separační folii měřený vzorek. Vnější strana vzorku je ofukována. Přístroj měří relativní propustnost textilií pro vodní páry p (%), což je nenormalizovaný, ale velmi praktický parametr, kde 100% propustnost představuje tepelný tok q_o vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru, jaký má měřený vzorek. Zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží na hodnotu q_v . Platí:

$$P = 100 (q_v/q_o) [\%] \quad (10)$$

Pro stanovení výparného odporu platí:

$$R_{et} = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad (11)$$

Princip měření:

Při měření výparného odporu a paropropustnosti je měřicí hlavice (skin model) pomocí elektrické topné spirály a regulátoru udržován na teplotě okolního vzduchu (20 – 23 °C), který je do přístroje nasáván. Tím jsou zajištěny izotermické podmínky měření. Při měření se pak vlhkost v porézní vrstvě mění v páru, která přes separační fólii prochází vzorkem. Příslušný výparný tepelný tok je měřen speciálním snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu.



Obr. č. 6 PERMETEST

V obou případech se nejdříve měří

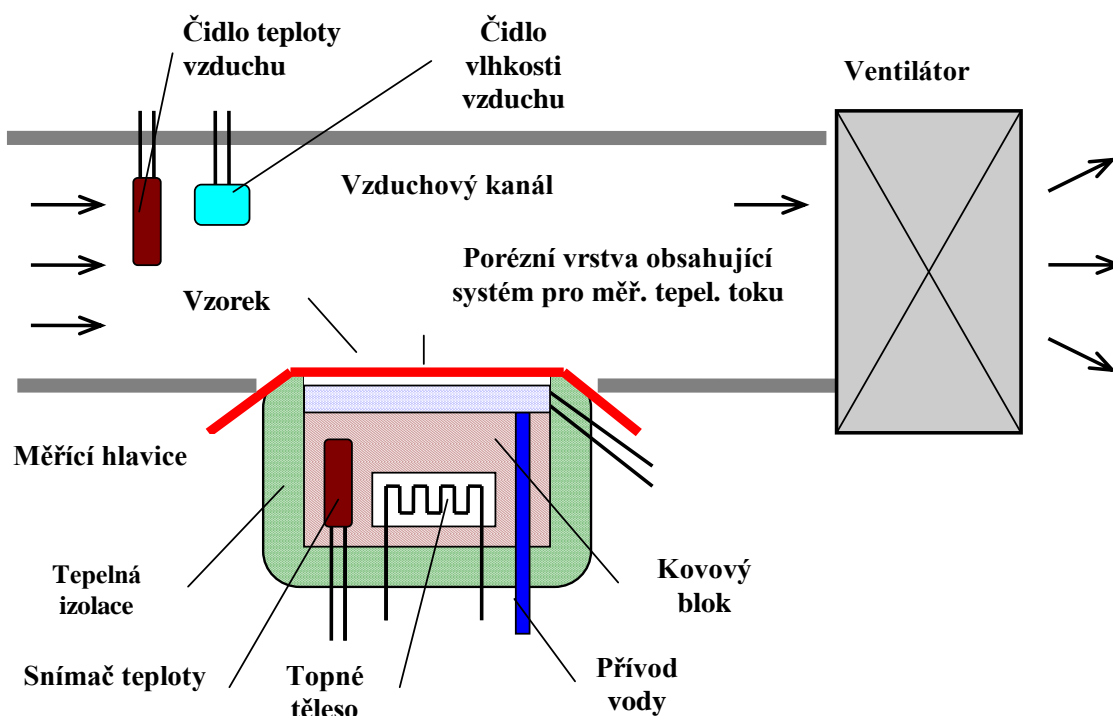
tepelný tok bez vzorku a poté znovu se vzorkem a přístroj registruje odpovídající tepelné toky q_o a q_v .

Při měření tepelného odporu textilního vzorku je suchá udržovaná na teplotě o 10 – 20 °C vyšší než je teplota okolního vzduchu. Tepelný tok odváděný ze vzorku konvekcí do

okolního proudícího vzduchu je opět registrován. Výhodou je krátká doba měření a možnost provádět měření v jakýkoliv běžných klimatických podmínkách.

Postup měření:

1. Nejprve se změří tepelný tok bez vzorku a to stisknutím tlačítka **Reference – START**.
2. Druhé měření se provede se zakrytou měřicí hlavici přístrojem kalibrační tkaninou, u které jsou známy hodnoty $RWVP$ a $R_{et}=5[m^2 \cdot mK/W]$. Měření se spouští pomocí ovládacího tlačítka **Sample – START**. Tímto je změřen tepelný tok se vzorkem.
3. Po dokončení měření je přístroj pomocí tlačítka **Calibrate** kalibrován.
4. Samotné měření vzorku je zahájeno stisknutím tlačítka **Reference – START** pro zjištění hodnot tepelného toku, propustnosti pro vodní páry a výparného odporu vzorku.
5. Následně jsou hodnoty zobrazeny v programu PERMETEST, hodnoty se uloží tlačítkem **INSERT** do paměti programu. Pro výpočet statistických veličin se používá tlačítko **VIEW**. [12]



Obr. č. 7 Schéma přístroje Permetest [1]

10 FX 3300

FX 3300 je přístroj na zjišťování propustnosti textilií pro vzduch - prodyšnosti. Prodyšnost vzduchu textilních materiálů je charakterizována jako jejich schopnost propouštět vzduch za daných podmínek. V laboratorních podmínkách je prodyšnost standardně hodnocena podle ČSN EN ISO 9237, která definuje prodyšnost jako rychlost proudícího vzduchu přes vzorek textilie za specifikovaných podmínek pro měřenou plochu, tlakový spád a dobu. Norma doporučuje nastavit následující podmínky měření:

Pro oděvní textilie: Měřená plocha 20 cm^2
Tlakový spád 100 Pa

Tyto podmínky jsou pouze doporučené. Je možné nastavit alternativní měřicí plochu a tlakový spád. Vždy ale musí být podmínky měření přesně zaznamenány! Při porovnávacích zkouškách je doporučeno provádět měření vždy při stejné měřené ploše vzorku a stejném tlakovém spádu.

Postup zkoušky:

- 1. Volba měřené plochy:** Tento měřicí přístroj je osazen upínací čelistí o ploše 20 cm^2 .
- 2. Volba tlakového spádu:** Ovladač umožňuje vybrat tlakový rozdíl v souladu s příslušnou normou (ČSN EN ISO doporučuje 100 Pa respektive 200 Pa).
- 3. Volba jednotek měření:** Ovladač umožňuje vybrat jednotky měření v souladu s příslušnou normou (ČSN EN ISO doporučuje [mm/s])
- 4. Zapnutí přístroje:** Měřicí přístroj se aktivuje hlavním vypínačem. Po přibližně 10 sekundách je přístroj připraven k použití.
- 5. Upnutí měřeného vzorku:** Měřený vzorek se uloží bez napětí, skladů, zmačkaných míst, švů apod. přes měřicí hlavu.
- 6. Spuštění měření:** Zmáčkne se upínací rameno do zcela dolní polohy. Tím se automaticky spustí proudění vzduchu.
- 7. Volba měřicího rozsahu:** Ovladačem rozsahu je nutné vybrat rozsah měření tak, že barevný indikátor je stabilizován v některé ze zelených zón. Pokud je stabilizován v:
a) Žluté zóně: Výsledek zkoušky je méně přesný. Může se lišit až o 5%. Vybere se následující nižší rozsah měření.

b) Spodní červené zóně: Výsledek zkoušky je pouze přibližný. Vybere se následující nižší rozsah měření.

c) Horní červené zóně: Výsledek zkoušky je nejistý a může být velmi chybný! Takové měření se nebere v potaz a vybere se následující vyšší rozsah měření.

8. Odečet výsledku měření: Výsledek je zobrazen na displeji. Po ustálení hodnoty je možné hodnotu zaznamenat.

9. Konec zkoušky: Opětovným tlakem na upínací rameno je rameno zvednuto, proudění vzduchu je zastaveno a zkouška automaticky ukončena. [16]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

11 POUŽITÉ DRESY PŘI MĚŘENÍ

Plocha vzorku

Pro zjištění plochy dressů se zvolilo zjednodušení, kdy se rukávy, přední a zadní část dressů považovaly za obdélníky, zjistila se délka a šířka, ta byla následně vynásobena čtyřmi u rukávů a dvěma u přední a zadní části dressů. Tyto dva výsledky byly sečteny, jejichž výsledkem byla plocha.

Hmotnost v suchém stavu

Pro zjištění váhy dressů v suchém stavu byly nejdříve dressy, u kterých to bylo možné, vysušeny v klimatizačním boxu. Dressy byly měřeny ihned po vyjmutí ze sušičky digitální vahou KERN PCB, aby se s nimi dalo počítat, jako že neobsahují žádnou vlhkost. Dressy HEAD a THE NORTH FACE byly vysušeny 10 minut při 70 stupních Celsia, dressy PACIFIC a TCM byly vysušeny 20 minut při 105 stupních Celsia, dressy DOMYOS, ADIDAS a ALPINE PRO byly vysušeny 15 minut při 70 stupních Celsia. Ostatní dressy nemohly být vysušeny kvůli jejich materiálovému složení, jelikož by vysušování vlákna dressů znehodnotili či zničili.

Hmotnost ve vlhkém stavu

Pro zjištění váhy dressů ve vlhkém stavu byla použita digitální váha KERN PCB. Dressy byly měřeny ihned po vyjmutí z nepropustných nádob před měřením na přístroji Permetest.

Plošná hmotnost

Plošnou hmotnost získáme tak, že hmotnost dressu v suchém stavu vydělíme plochou dressu.

DOMYOS



Materiálové složení: 62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan

Plocha vzorku: 0,654 m²

Hmotnost v suchém stavu: 185,38 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 202,7 g

Plošná hmotnost: 283,46 g/ m²

Struktura: jednolícni + žebra

Obr. č. 8 DOMYOS

HEAD



Materiálové složení: 92% polyester, 8% spandex

Plocha vzorku: 0,913 m²

Hmotnost v suchém stavu: 218,11 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 230,3 g

Plošná hmotnost: 238,89 g/ m²

Struktura: zátažná jednolícni

Obr. č. 9 HEAD

CRAFT



Materiálové složení: 100% chemicky modifikovaný polyester

Plocha vzorku: 0,752 m²

Hmotnost v suchém stavu: 159,6 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 170,4 g

Plošná hmotnost: 212,23 g/ m²

Struktura: zátažná oboulícni + jednostranné žebro 3:2

Obr. č. 10 CRAFT

PACIFIK



Materiálové složení: 100% bavlna

Plocha vzorku: 0,782 m²

Hmotnost v suchém stavu: 191,71 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 223,0 g

Plošná hmotnost: 245,15 g/ m²

Struktura: zátažná jednolící

Obr. č. 11 PACIFIK

TCM



Materiálové složení: 55% bavlna, 45% polyamid

Plocha vzorku: 0,852 m²

Hmotnost v suchém stavu: 183,6 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 213,0 g

Plošná hmotnost: 215,49 g/ m²

Struktura: interloková pletenina zátažná hladká

Obr. č. 12 TCM

ALPINE PRO CZECH



Materiálové složení: 54% polyester, 46% polyester

Cooldry

Plocha vzorku: 0,957 m²

Hmotnost v suchém stavu: 173,36 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 189,9 g

Plošná hmotnost: 181,149 g/ m²

Struktura: interloková pletenina zátažná s chytovými
kličkami

Obr. č. 13 ALPINE PRO CZECH

GATTA ACTIVE



Obr. č. 14 GATTA ACTIVE

Materiálové složení: 56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan

Plocha vzorku: 0,648 m²

Hmotnost v suchém stavu: 202,73 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 211,1 g

Plošná hmotnost: 312,85 g/ m²

Struktura: zátažná jednolícni pletenina

MOIRA



Obr. č. 15 MOIRA

Materiálové složení: 100% fyzikálně modifikovaný polypropylen

Plocha vzorku: 0,612 m²

Hmotnost v suchém stavu: 94,67 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 110,7 g

Plošná hmotnost: 154,69 g/ m²

Struktura: zátažná oboulícní žebrová s chytovými kličkami

THE NORTH FACE



Obr. č. 16 THE NORTH FACE

Materiálové složení: 51% polyester, 49% minerále polyester

Plocha vzorku: 0,987 m²

Hmotnost v suchém stavu: 129,41 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 145,8 g

Plošná hmotnost: 131,115 g/ m²

Struktura: zátažná interloková

ACTIVE



Materiálové složení: 50% bavlna, 50% polyester

Plocha vzorku: 0,726 m²

Hmotnost v suchém stavu: 150,4 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 170,0 g

Plošná hmotnost: 207,163 g/ m²

Struktura: zátažná oboulícní pletenina hladká

Obr. č. 17 ACTIVE

ADIDAS



Materiálové složení: 79% polyester, 12% polyamid,
9% elastan.

Plocha vzorku: 0,546 m²

Hmotnost v suchém stavu: 168,37 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 188,2 g

Plošná hmotnost: 308,37 g/ m²

Struktura: zátažná jednolícní

Obr. č. 18 ADIDAS

ALPINE PRO



Materiálové složení: 55% micro nylon,
40% micro polyester, 5% spandex

Plocha vzorku: 0,617 m²

Hmotnost v suchém stavu: 214,04 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 228,6 g

Plošná hmotnost: 346,904 g/ m²

Struktura: zátažná oboulícní žebrová

Obr. č. 19 ALPINE PRO

12 MĚŘENÍ SPORTOVNÍCH DRESŮ NA PŘÍSTROJI PERMETEST

Měření sportovních dresů na přístroji permetest za sucha

Měření se konalo v laboratoři při relativní vlhkosti vzduchu 39% a teplotě laboratoře 24 °C. Po celou dobu měření byly podmínky v laboratoři konstantní.

Měření sportovních dresů na přístroji Permetest – běžecký pás

Měření se konalo v laboratoři při relativní vlhkosti vzduchu 39% a teplotě 24 °C. Po celou dobu měření byly podmínky v laboratoři konstantní.

Provedení a popis měření

Simulace běžeckého výkonu proběhla v posilovně na běžeckém pásu při zavřených oknech a stálé teplotě 22 °C a při relativní vlhkosti vzduchu 36%. Trvání zkoušky bylo 20 minut při rychlosti 2,77 m/s, všech 12 dresů mělo dlouhý rukáv, 6 z nich bylo přiléhavých a 6 volných. Dresy byly ihned po zkoušce vloženy do nepropustných nádob, aby vlhkost zůstala v dresech a během převozu do laboratoře neunikla do okolí, zároveň se vlhkost rozprostřela do celého dresu. V laboratoři byl vždy každý dres vyjmut z nádob, ihned zvážen a přeměřen na přístroji Permetest. Následně byl dres opět vložen do boxu pro další měření na přístroji Alambeta a pro měření na přístroji FX3300.

Pro lepší orientaci ve výsledcích měření je přiložena tabulka struktur a složení jednotlivých dresů.

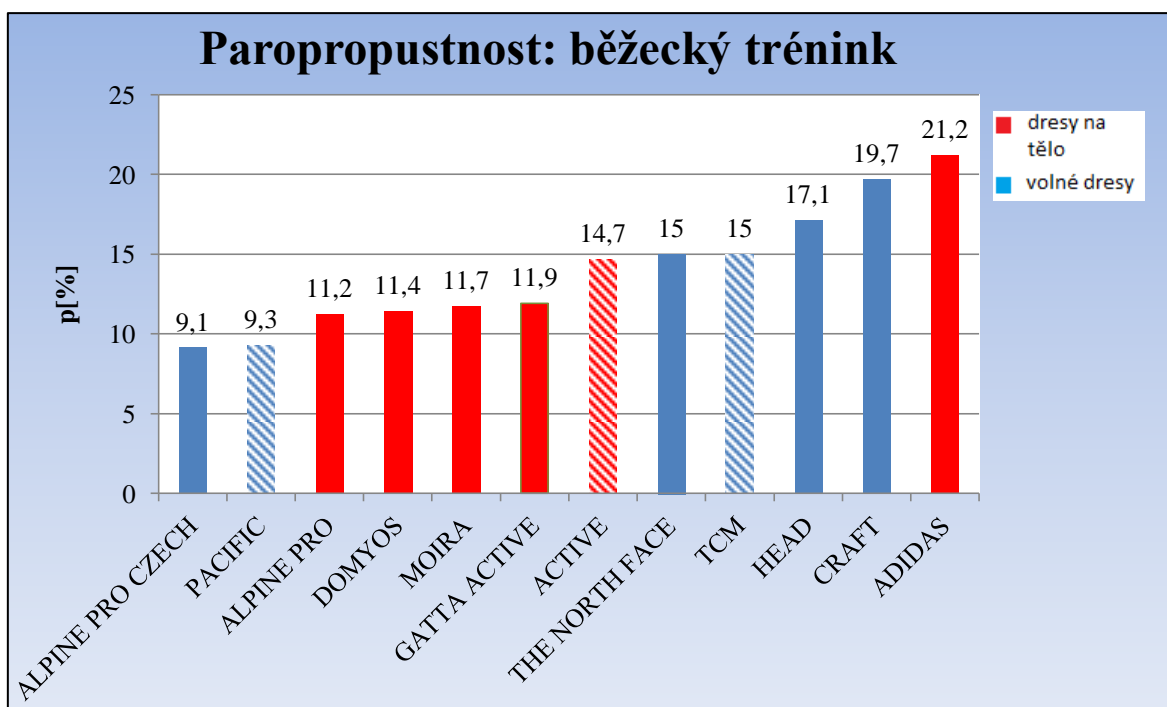
Tabulka č. 1 Struktury a složení jednotlivých dresů

Název dresu	Materiálové složení	Struktura
DOMYOS	62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan	Zátažná jedolící + žebra
HEAD	92% polyester, 8% spandex	Zátažná jedolící
CRAFT	100% chemicky modifikovaný polyester	Zátažná obouliční + jednostranné žebro 3:2
PACIFIC	100% bavlna	Zátažná jedolící
TCM	55% bavlna, 45% polyamid	Interloková pletenina zátažná hladká
ALPINE PRO CZECH	54% polyester, 46% polyester cooldry	Interloková pletenina zátažná s chytovými kličkami
GATTA ACTIVE	56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan	Zátažná jedolící pletenina
MOIRA	100% fyzikálně modifikovaný polypropylen	Zátažná obouliční žebrová s chytovými kličkami
THE NORTH FACE	51% polyester, 49% minerále polyester	Zátažná interloková
ACTIVE	50% bavlna, 50% polyester	Zátažná obouliční pletenina hladká
ADIDAS	79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan	Zátažná jedolící
ALPINE PRO	55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex	Zátažná obouliční žebrová



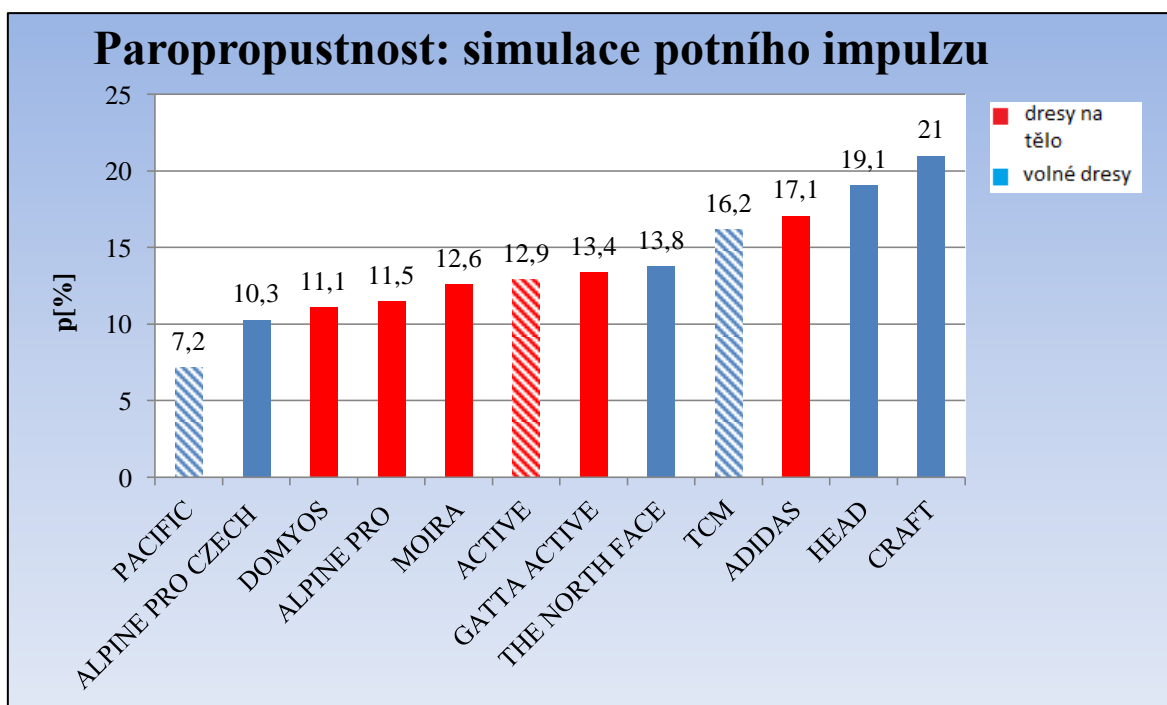
Obr. č. 20 Porovnání relativní paropropustnosti dresů za sucha (červené sloupce) a relativní efektivní paropropustnosti za vlhka (modré sloupce)

Obrázek č. 20 znázorňuje porovnání paropropustnosti sportovních dresů za sucha a po běžeckém výkonu za vlhka (rozdíl paropropustnosti bez folie a s folií). Z grafu vyplývá, že největší rozdíl v hodnotách za sucha a za vlhka po běžeckém tréninku je u volných dresů ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a PACIFIC (100% bavlna) z dresů na tělo poté DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan) a MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen). Naopak nejmenší rozdíl byl zjištěn u dresů na tělo ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester). Z volných dresů to jsou dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Horší výsledky dresů na tělo mohou být způsobeny tím, že vlhkost se nemá kam ztratit a dres ji rovnou saje do sebe oproti volným dresům, kde ke ztrátám vlhkosti dochází při cestování mezi pokožkou a dresem.



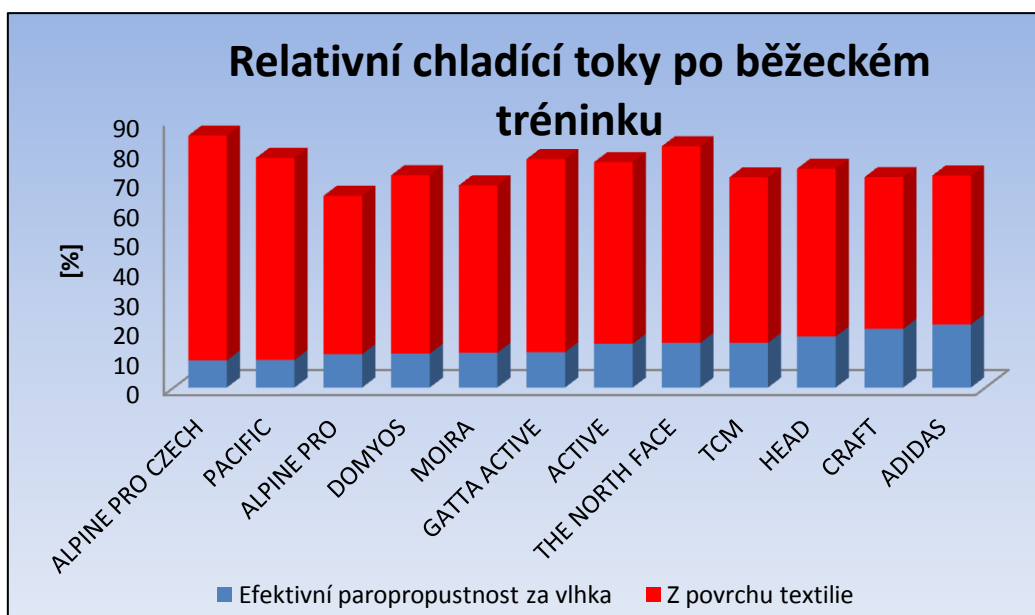
Obr. č. 21 Paropropustnost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku

Obrázek č. 21 znázorňuje paropropustnost dresů za vlhka po běžeckém tréninku (rozdíl mezi efektivní relativní paropropustností a relativního chladícího toku z povrchu vlhkých dresů). Dresy jsou barevně rozlišené na dresy na tělo a dresy volné. Dále šrafovaně jsou označeny dresy z návlhavých materiálů. Z grafu vyplývá, že lepších výsledků dosáhly volné dresy, to mohlo být způsobeno tím, že vlhkost se u dresů na tělo nemá kam ztratit a dres ji rovnou saje do sebe oproti volným dresům, kde ke ztrátám vlhkosti dochází při cestování mezi pokožkou a dresem. Dále z grafu vyplývá, že nejlepší paropropustnost a tím související komfort vykazuje jediný zástupce dresů na tělo v popředí výsledků dres ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) následovaný 4 volnými dresy z nichž nejlepší hodnoty vyšli u dresů CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Až na 6. místě skončil druhý nejlepší dres na tělo ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester). Nejhorších výsledků dosáhli volné dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a PACIFIC (100% bavlna). Z dresů na tělo to poté dresy ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan). Vyšrafované sloupčky jsou dresy z nasákavých materiálů.



Obr. č. 22 Paropropustnost dresů za vlhka po simulaci potního impulsu

Tento obrázek č. 22 znázorňuje paropropustnost dresů za vlhka po simulaci potního impulsu (rozdíl mezi efektivní relativní paropropustnosti a relativního chladícího toku z povrchu vlhkých dresů). Šrafovaně jsou označeny dresy z návlhavých materiálů. Z obrázku vyplývá, že nejlepší paropropustnost a tím související komfort vykazují dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Naopak nejhorších výsledků dosáhli dresy PACIFIC (100% bavlna) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry).



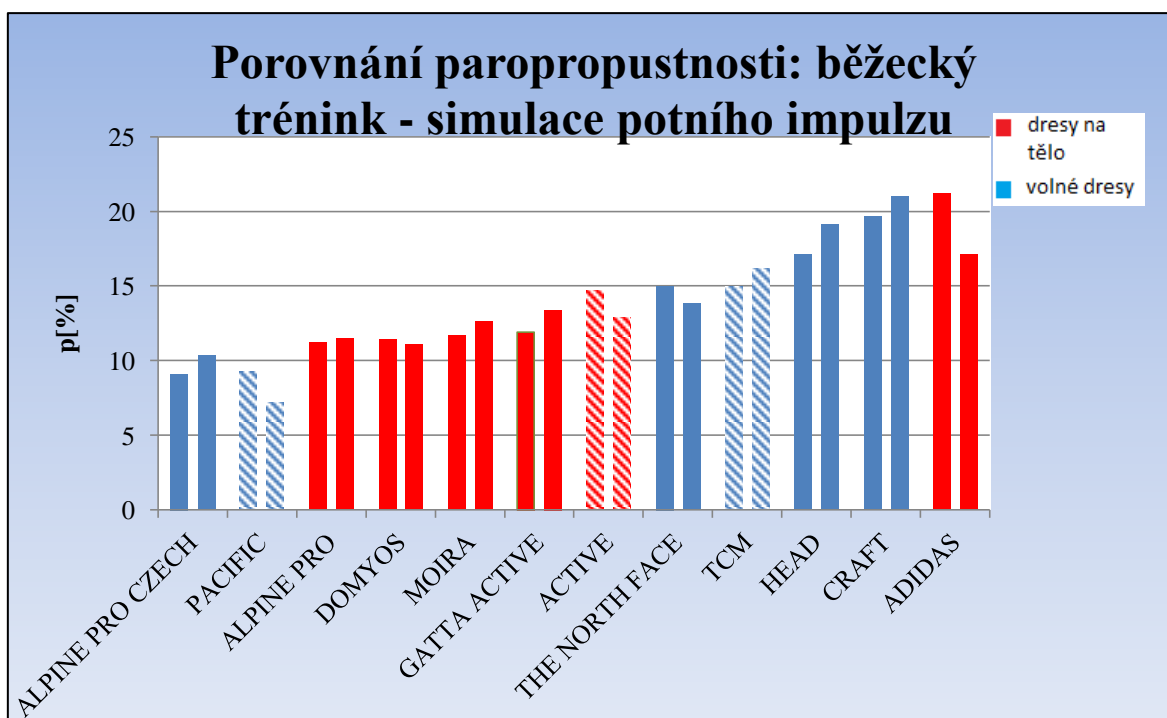
Obr. č. 23 Celková relativní paropropustnost (chladicí tok) vlhkých dresů, sestávající z efektivní relativní paropropustnosti (modré sloupce) + relativního chladicího toku z povrchu vlhkých dresů (červené sloupce)

Čím více se textilie zvlhčuje, tím je tření vyšší a v důsledku zvýšeného tření se jeví diskomfortně. U dresu ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) byl zjištěn nejlepší celkový chladicí tok (nejvíce chladí), ovšem zvýšené tření v celkovém důsledku nemusí být více komfortní. Nejlepších výsledků z pohledu efektivních relativních chladicích toků za vlhka dosáhly z volných dresů CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Z dresů na tělo poté dres ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester). Naopak nejhorších výsledků dosáhly volné dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a PACIFIC (100% bavlna). Z dresů na tělo to jsou dresy ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).



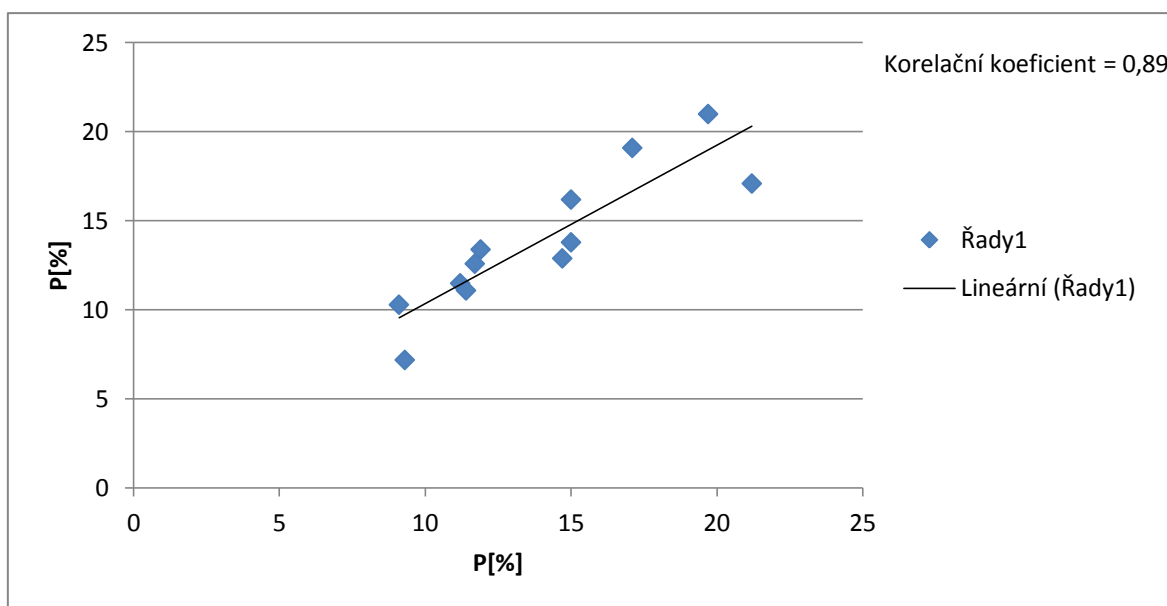
Obr. č. 24 Výparný odpor suchých dresů.

Tento obrázek č. 24 zobrazuje výparný odpor suchých dresů. Nejmenší výparný odporu vykazují dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49 minerale polyester). Naopak nejvyššího výparného odporu dosáhly dresy GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester).



Obr. č. 25 Porovnání paropropustnosti dresů při běžeckém tréninku a při simulaci potního impulsu

Na obrázku č. 25 první sloupec vždy znázorňuje výsledky paropropustnosti po běžeckém tréninku a druhý sloupec vždy znázorňuje výsledky po simulaci potního impulsu. V celkovém pohledu dosáhl nejlepší paropropustnosti volný dres CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a z dresů na tělo ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan). Naopak nejmenší paropropustnosti dosáhl dres Pacific (100% bavlna) a z dresů na tělo ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex).



Obr. č. 26 Porovnání paropropustnosti po běžeckém tréninku a paropropustnosti po simulaci potního impulsu

Byl testován lineární model $y = \beta_1 x + \beta_0$, přičemž x je paropropustnost po běžeckém tréninku a y je paropropustnost po simulaci potního impulsu. Testuji nulové hypotézy $H_0 : \beta_0 = 0$, $H_0 : \beta_1 = 1$ vs. alternativní hypotézy $H_1 : \beta_0 \neq 0$, $H_1 : \beta_1 \neq 1$ na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pokud budou přijaty hypotézy H_0 bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulsu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku

Z následujícího obrázku č. 26 je dobře patrné, že paropropustnost po běžeckém tréninku a paropropustnosti po simulaci potního impulsu je silně závislá (korelační koeficient = 0,89). Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zvlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulsu. Pokud rozdělíme dresy na dresy na tělo a na dresy volné, tak jsou jednotlivé korelační koeficienty vyšší než korelační koeficient všech dresů dohromady¹. Z dané skutečnosti můžeme odvodit rozdílné charakteristiky obou skupin dresů.

Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient $\beta_1 = 0,88$ a průsečík $\beta_0 = 1,45$. Odhady regresních koeficientů β_0 je statisticky nevýznamný a β_1 je statisticky významný na hladině $\alpha = 0,05$. Intervalový odhad β_1 pokrývá 1.

¹ Korelační koeficient u dresů na tělo vyšel 0,93, u volných dresů 0,96 a u všech dresů dohromady 0,89.

13 MĚŘENÍ SPORTOVNÍCH DRESŮ NA PŘÍSTROJI ALAMBETA

13.1 Měřené sportovní dresy na přístroji Alambeta v suchém stavu

Provedení a popis měření

Měření se konalo v laboratoři, která měla teplotu vzduchu 24 °C a relativní vlhkost vzduchu 39%. Měření se konalo v podmínkách blízkým obvyklému nošení v suchém stavu a vzorky měly teplotu laboratoře. Každý z dvanácti měřených vzorků byl měřen čtyřikrát, každé měření probíhalo na jiném místě vzorku na zádomé části dresu.

Zkušební zařízení – přístroj Alambeta

Rozměry: 200 x 500 x 300 mm

Hmotnost: 23 kg

Přítlak hlavice: v rozsahu 100 – 1000 Pa, nejběžnější přítlak 200 Pa

Tloušťka vzorku: 0,3 – 25 mm

Rozměr měřeného vzorku: min. 10 x 10 mm

Doba měření: 0,5 – 5 min.

Odběr vzorku

Musí se řídit náležitostmi normy ČSN EN 12 751 Textilie - Odběr vzorků ke zkouškám nebo dohodou mezi účastníky měření.

Výpočet a vyjádření výsledků

Naměřená data jsou zpracovávána přímo přístrojem Alambeta, na jejímž displeji se hodnoty zobrazují. Vypočítává aritmetický průměr a variační koeficient. Měření probíhalo na 4 různých místech dresu na zádomé části. Výsledky jsou zobrazeny v příloze č. 2

Pro lepší orientaci ve výsledcích měření je opět přiložena tabulka struktur a složení jednotlivých dresů.

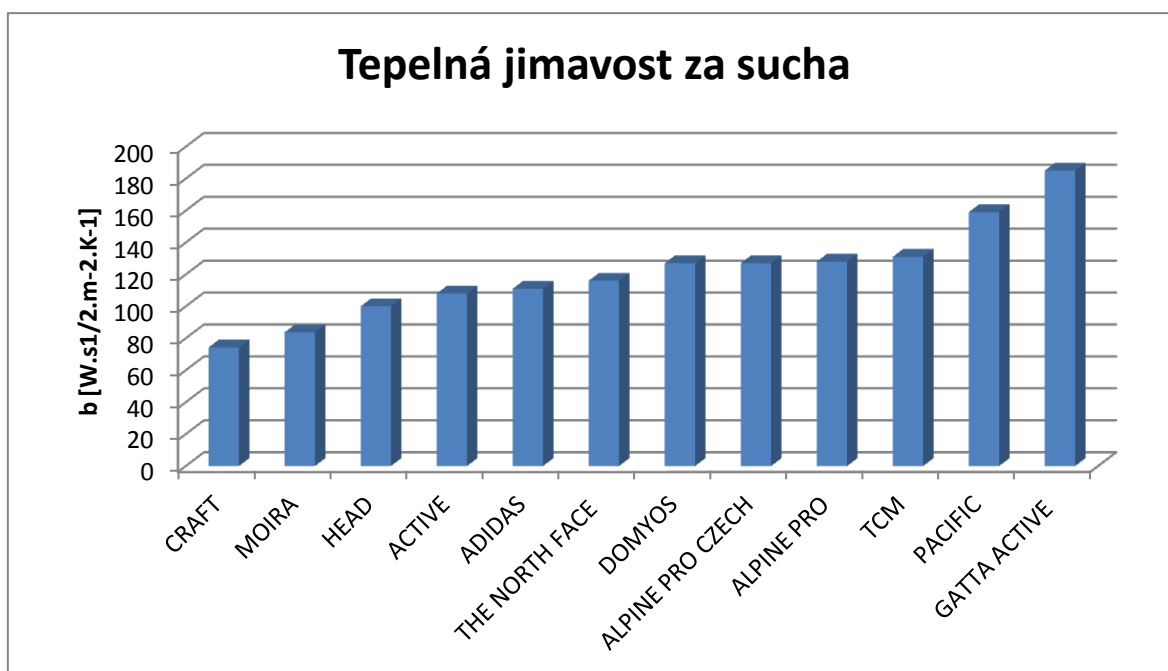
Tabulka č. 1 Struktury a složení jednotlivých dresů

Název dresu	Materiálové složení	Struktura
DOMYOS	62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan	Zátažná jednolící + žebra
HEAD	92% polyester, 8% spandex	Zátažná jednolící
CRAFT	100% chemicky modifikovaný polyester	Zátažná oboulící + jednostranné žebro 3:2
PACIFIC	100% bavlna	Zátažná jednolící
TCM	55% bavlna, 45% polyamid	Interloková pletenina zátažná hladká
ALPINE PRO CZECH	54% polyester, 46% polyester cooldry	Interloková pletenina zátažná s chytovými kličkami
GATTA ACTIVE	56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan	Zátažná jednolící pletenina
MOIRA	100% fyzikálně modifikovaný polypropylen	Zátažná oboulící žebrová s chytovými kličkami
THE NORTH FACE	51% polyester, 49% minerále polyester	Zátažná interloková
ACTIVE	50% bavlna, 50% polyester	Zátažná oboulící pletenina hladká
ADIDAS	79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan	Zátažná jednolící
ALPINE PRO	55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex	Zátažná oboulící žebrová



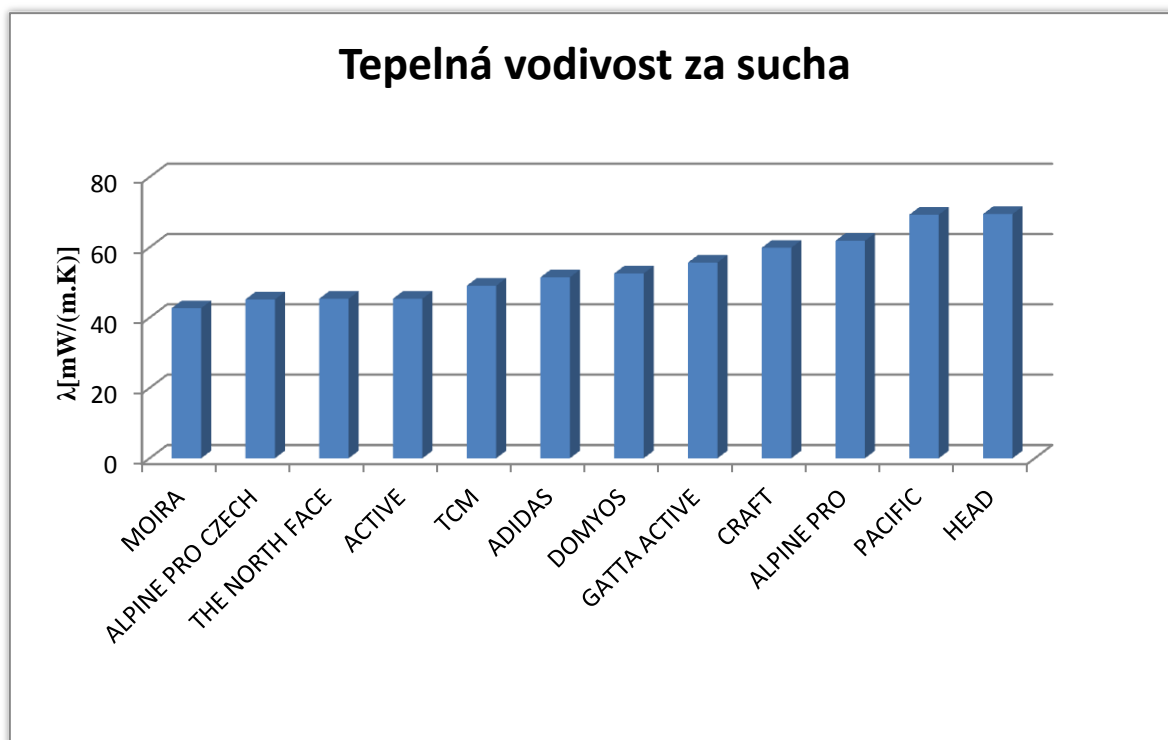
Obr. č. 27 Tepelný odpor dresů za běžných podmínek (v suchém stavu)

Tento obrázek č. 27 zobrazuje naměřené hodnoty tepelného odporu v suchém stavu, což znamená schopnost materiálu zadržet teplo. Tepelný odpor je ovlivňován tloušťkou materiálu a tepelnou vodivostí. Z grafu vyplývá, že nejvíce chladivým dojmem se budou jevit dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooledry), PACIFIC (100% bavlna) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester) všechny tyto sportovní dresy dosáhli hodnot pod 15. Naopak nejhřejivěji budou působit dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester), MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan) jež dosáhli hodnot od 25 až po 31 ($m^2.K/W$).



Obr. č. 28 Tepelná jímavost dresů za běžných podmínek (v suchém stavu)

V obrázku č. 28 vidíme tepelnou jímavost za běžných podmínek v suchém stavu. Čím mají dresy menší tepelně – izolační vlastnosti, tím vyšší je následně tepelná jímavost. Z toho vyplývá, že dres působí při styku s pokožkou chladivěji. Hodnoty pod 100 (W.s1/2.m-2.K-1) vypovídají, že dres působí velmi suše a velmi teple. Dále hodnoty pod 200 (W.s1/2.m-2.K-1) vypovídají, že dres lze považovat za suchý a teplý a nakonec hodnoty nad 200 (W.s1/2.m-2.K-1) vypovídají, že dres je suchý a chladivý. Pod hodnotu 100 (W.s1/2.m-2.K-1) znamenající, že dres působí velmi suše a velmi teple se dostali dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester), MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Naopak nejvyšších hodnot i když stále pod 200 (W.s1/2.m-2.K-1) dosáhly dresy GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan), PACIFIC (100% bavlna) a TCM (55% bavlna, 45% polyamid).



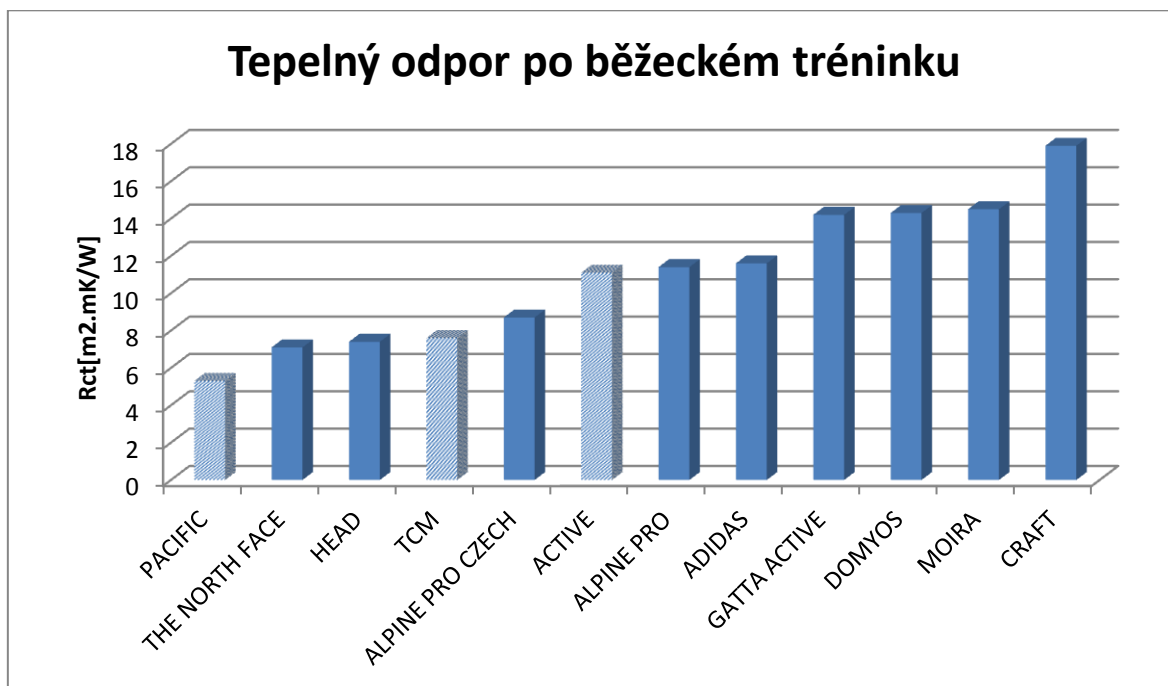
Obr. č. 29 Tepelná vodivost dresů za běžných podmínek (v suchého stavu)

Tepelná vodivost označuje, jaká je schopnost daného dresu vést teplo a jak rychle se teplo šíří ze zahřáté části dresu do ostatních chladnějších částí. Z grafu tepelné vodivosti za běžných podmínek vyplývá, že nejmenší vodivost vykazují dresy MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen), ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester). Naopak největší vodivost vykazují dresy HEAD (92% polyester, 8% spandex) a PACIFIC (100% bavlna) jenž jako jediné se dostali nad hodnotu 60 (mW/(m.K)).

13.2 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – běžecký pás

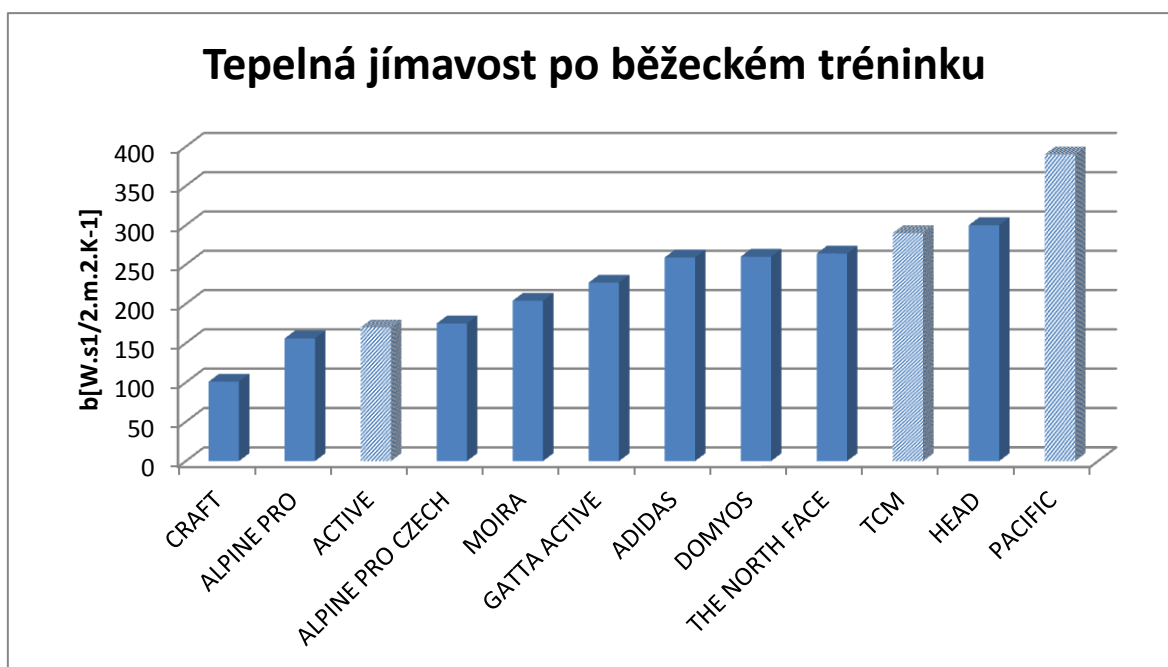
Realizace měření

Simulace běžeckého výkonu proběhla v posilovně na běžeckém pásu při zavřených oknech a stále teplotě 22 °C a při relativní vlhkosti vzduchu 36%. Trvání zkoušky bylo 20minut při rychlosti 2,77 m/s. Jednotlivé dresy byly ihned po zápase vloženy a utěsněny do nepropustných nádob.



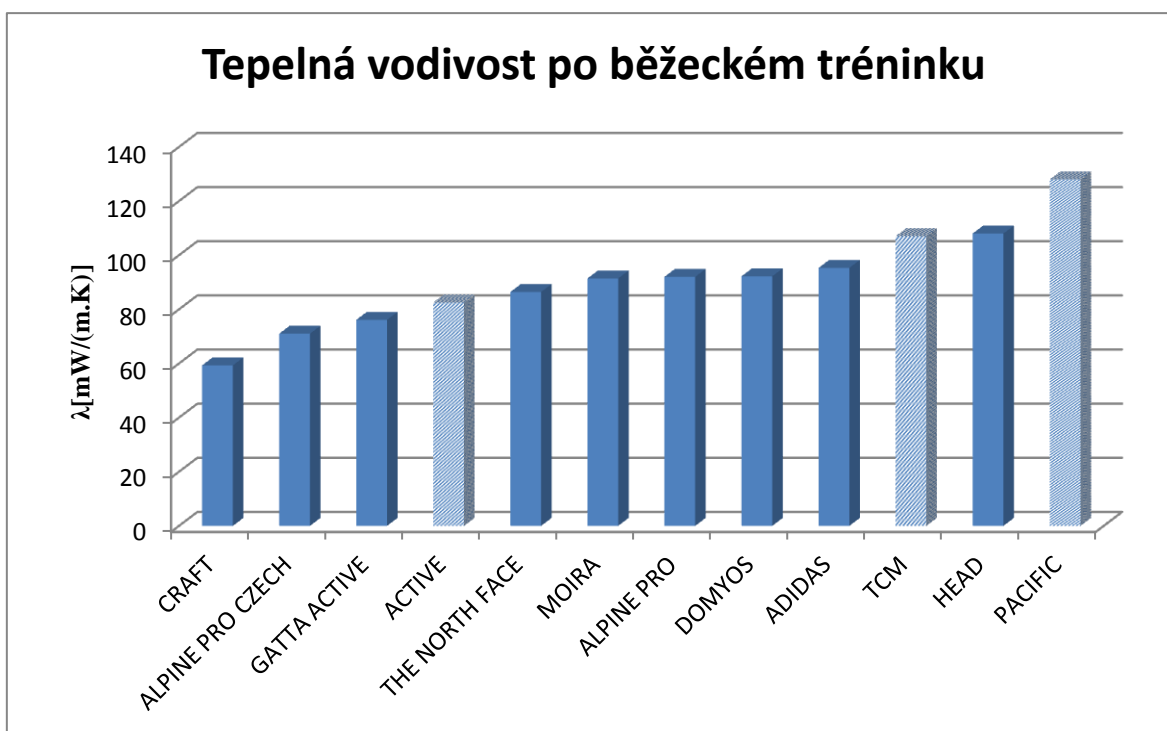
Obr. č. 30 Tepelný odpor dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku

Následující obrázek č. 30 zobrazuje tepelný odpor po běžeckém tréninku, kdy jsou dresy zvlhčené potem. Ten vyznačuje, jak je který dres schopný zadržovat teplo. Tepelný odpor je ovlivňován tloušťkou dresu a jeho tepelnou vodivostí. Naměřené hodnoty po běžeckém tréninku ukazují, že nejvíce chladivým dojmem se budou jevit z volných dresů PACIFIC (100% bavlna) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerále polyester) z dresů na tělo pak ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester) a ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex). Naopak nejhřejivěji budou působit z volných dresů CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry), z dresů na tělo pak MOIRA (fyzikálně modifikovaný polypropylen) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).



Obr. č. 31 Tepelná jímavost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku

Obr. č. 31 zobrazuje tepelnou jímavost vlhkých dresů (spocených dresů) po běžeckém tréninku za obvyklých podmínek, teplota vzduchu 22 °C a vlhkost vzduchu 36%. Čím mají dresy menší tepelně – izolační vlastnosti, tím vyšší je následně tepelná jímavost. Z toho vyplývá, že dres působí při styku s pokožkou chladivěji. Hodnoty pod 100 (W.s1/2.m-2.K-1) vypovídají, že dres působí velmi suše a velmi teple, dále hodnoty pod 200 (W.s1/2.m-2.K-1) vypovídají, že dres lze považovat za suchý a teplý, nakonec hodnoty nad 200 (W.s1/2.m-2.K-1) vypovídají, že dres je suchý a chladivý. Z grafu vyplývá, že nejsušším a nejteplejším dojmem působí volný dres CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester), jenž se jako jediný dres dostal pod hodnotu 100 (W.s1/2.m-2.K-1). Další 4 dresy jsou pod hodnotou 200 (W.s1/2.m-2.K-1), tudíž působí suše a teple. Žádný z dresů kromě dresu Pacific (100% bavlna), jenž dosáhl nejvyšší hodnoty, nepatří mezi dresy studené a vlhké.



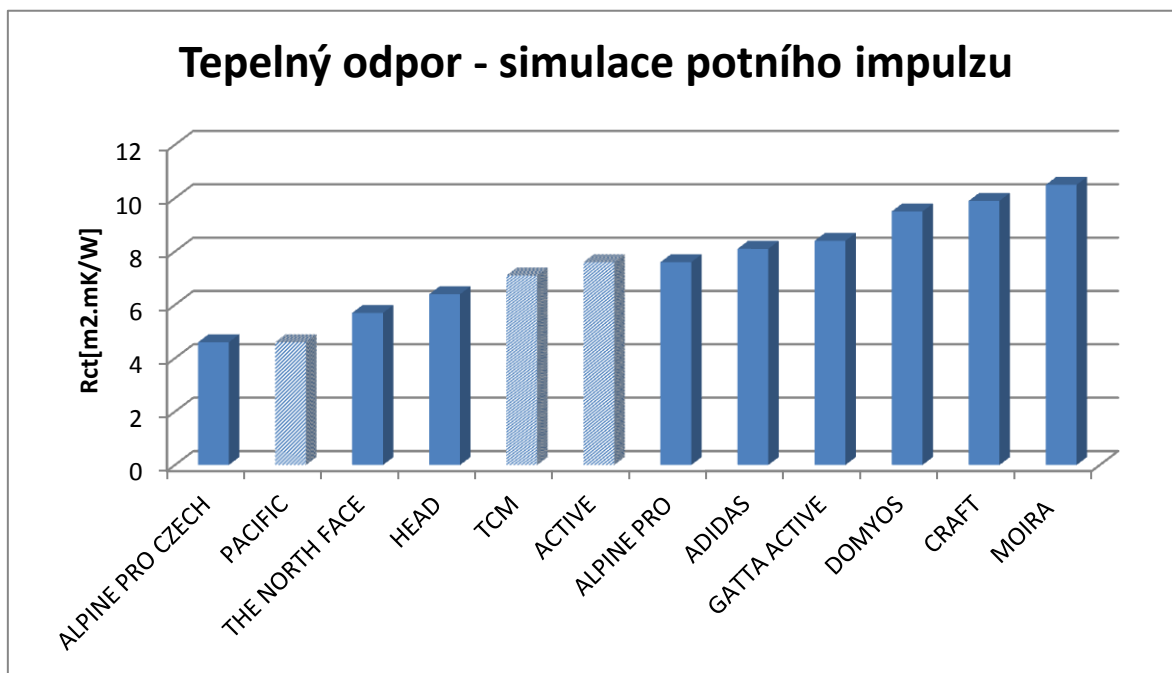
Obr. č. 32 Tepelná vodivost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžecím tréninku

Z následujícího obrázku č. 32 je patrné, že po běžecím tréninku za vlhkého stavu byl nejvíce vodivý z dresů na tělo dres ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan), z volných dresů pak dresy PACIFIC (100% bavlna) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Naproti tomu nejméně vodivé byly z dresů na tělo dresy GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester), z volných dresů potom dresy CRAFT (chemicky modifikovaný polyester) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry).

13.3 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – simulace potního impulzu

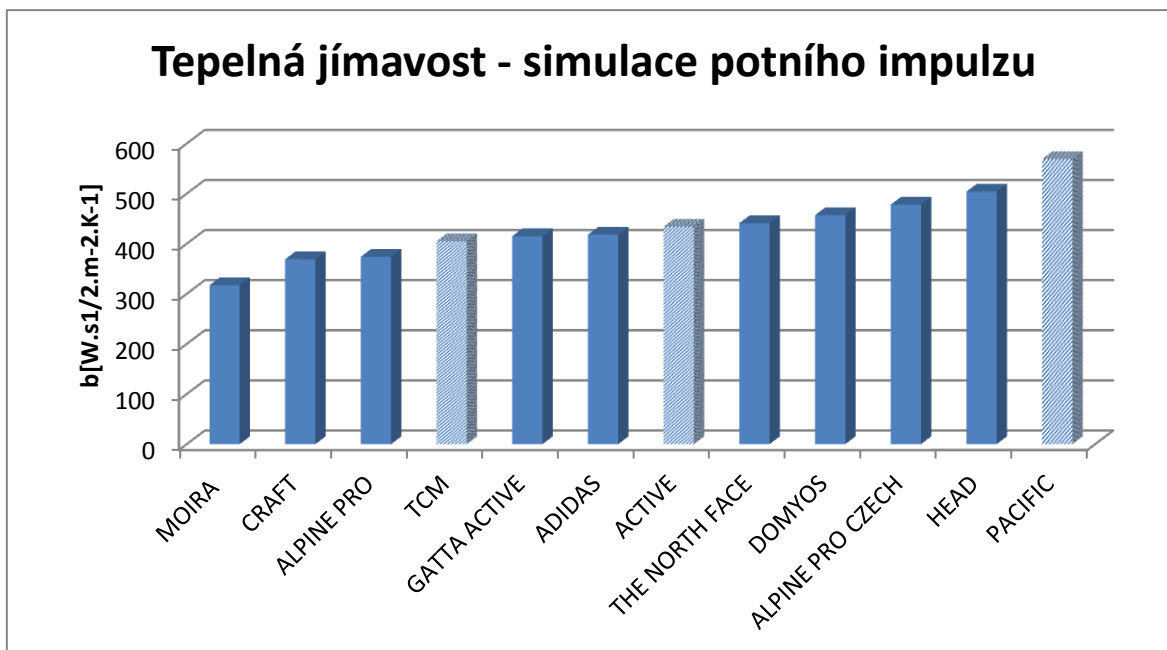
Realizace měření

Simulace potu na dresech bylo docíleno nanesením 0,5 ml vody s 2% kuchyňské soli NaCl na sportovní dresy, následně se počkalo 3 minuty, aby se vlhkost dostatečně rozvedla do okolí a vyloučil se efekt smáčecího tepla. Měření se konalo v laboratoři, která měla teplotu vzduchu 23 °C a relativní vlhkost vzduchu 38%. Všechny dresy byli v laboratoři 24 h klimatizovány. Každý z dvanácti měřených vzorků byl měřen čtyřikrát, každé měření probíhalo na jiném místě vzorku na zádomé části dresu.



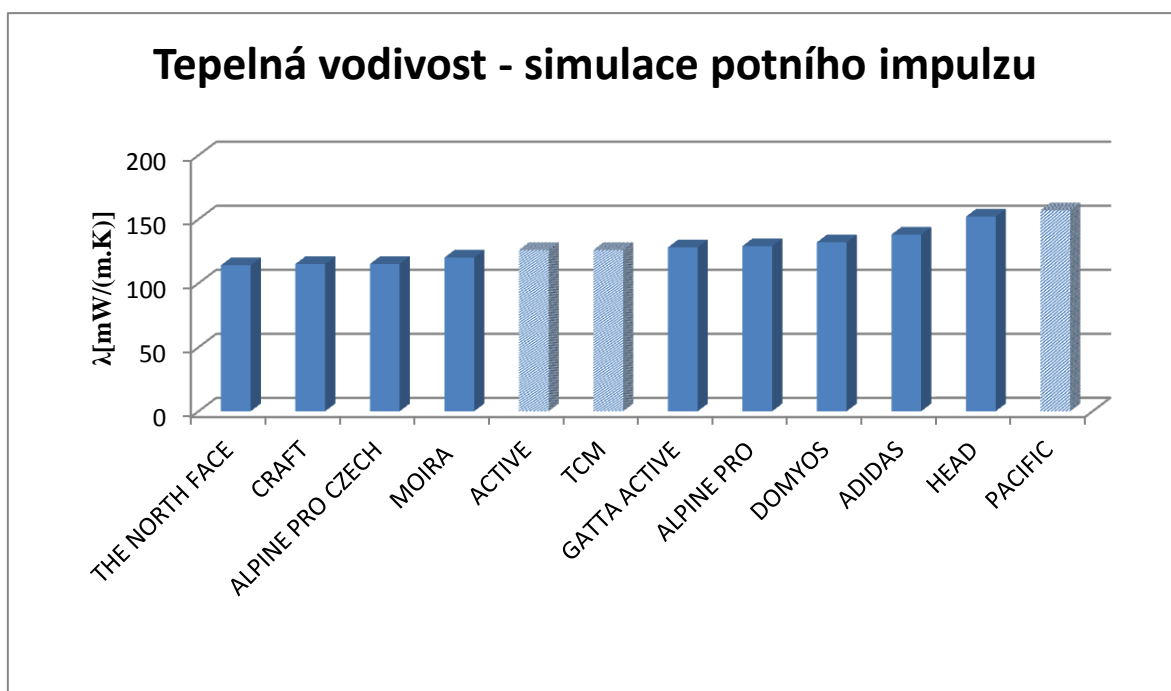
Obr. č. 33 Tepelný odpor dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu

Následující obrázek č. 33 zobrazuje tepelný odpor po nanesení 0,5 ml vody s 2% soli na sportovní dresy. Naměřené hodnoty po simulaci ukazují, že nejvíce chladivým dojmem se budou jevit dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a PACIFIC (100% bavlna). Naopak nejhřejivěji budou působit dresy MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Vyšrafované sloupečky jsou dresy z nasákavých materiálů.



Obr. č. 34 Tepelná jímavost dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu

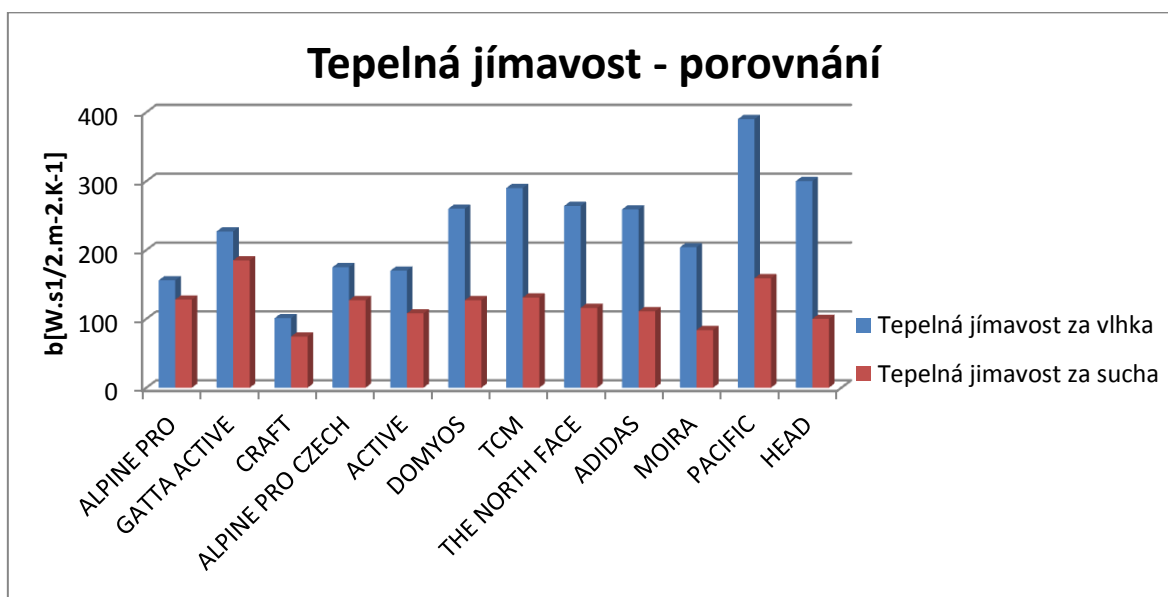
Tento obrázek č. 34 zobrazuje tepelnou jímavost při simulaci potního impulsu. Vyšrafované sloupčky jsou dresy z nasákavých materiálů. Zde jsou výsledné hodnoty velmi vysoké díky velkému zavlhčení. Čím mají dresy menší tepelně – izolační vlastnosti, tím vyšší je následně tepelná jímavost. Z toho vyplývá, že dres působí při styku s pokožkou chladivěji. Vzhledem k vysokému stupni zavlhčení jsou všechny naměřené hodnoty dosti vysoké. Z obrázku č. 34 vyplývá, že nejsušším a nejteplejším dojmem působí dres MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Nejhuře dopadl dres PACIFIC (100% bavlna) a dres DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).



Obr. č. 35 Tepelná vodivost dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu

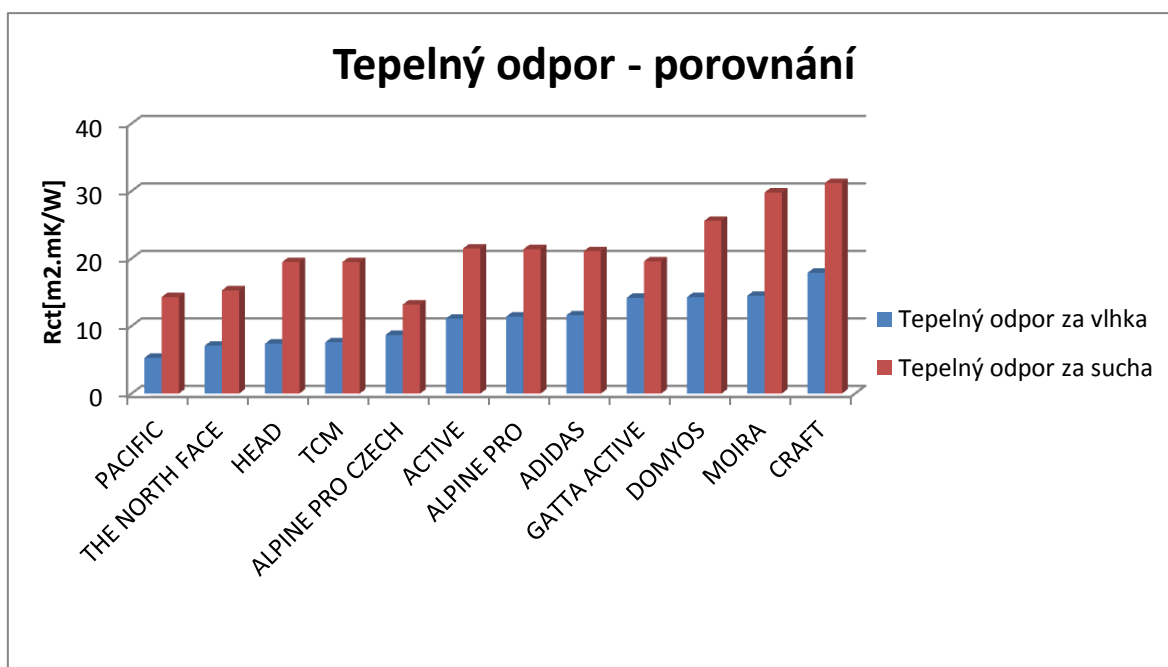
Z následujícího obrázku č. 35 je patrné, že po simulaci zavlhčení potem byl nejvíce vodivý dres PACIFIC (100% bavlna) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Naproti tomu nejméně vodivý byl dres THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Vyšrafovaně jsou označeny dresy z nasákavých materiálů.

13.4 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta - porovnání hodnot za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka



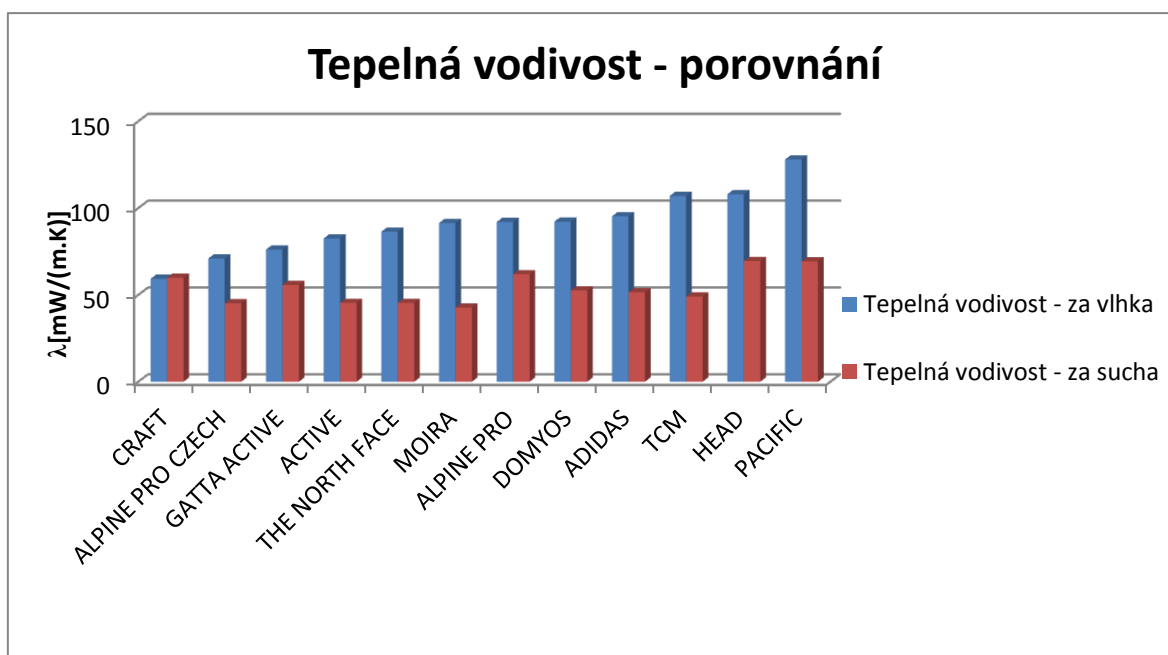
Obr. č. 36 Porovnání tepelné jímavosti za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka

Obrázek č. 36 zobrazuje, jak se změnila tepelná jímavost po běžeckém tréninku (vlhkých dresů) oproti suchému stavu. Z grafu vyplývá, že tepelná jímavost po běžeckém tréninku se nejvíce zvětšila z volných dresů u dresu HEAD (92% polyester, 8% spandex) a PACIFIC (100% bavlna). Z dresů na tělo poté MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan). Naopak nejméně se zvýšila tepelná jímavost u dresů na tělo ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan). Mezi volnými dresy to jsou CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry).



Obr. č. 37 Porovnání tepelného odporu za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka.

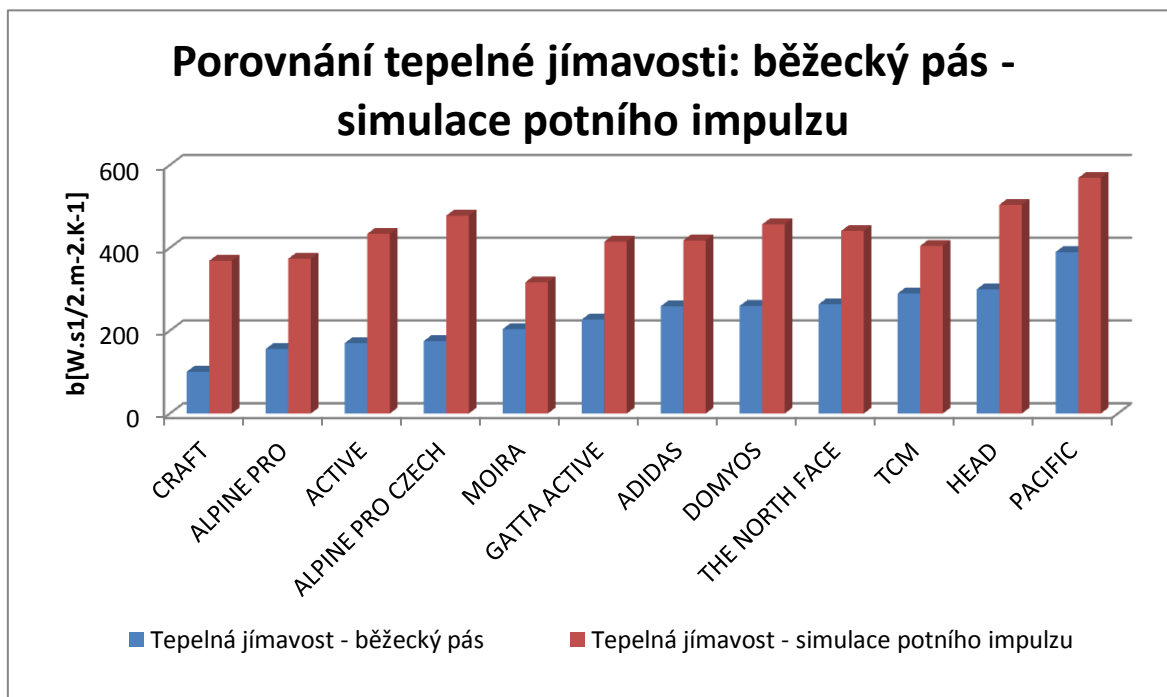
Obrázek č. 37 zobrazuje porovnání tepelného odporu vzorku za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka. Z grafu vyplývá, že se tepelný odpor nejméně zmenšil po běžeckém tréninku u volného dresu ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Z dresů na tělo GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan). Naopak k nejmenšímu zmenšení tepelného odporu došlo u volných dresů PACIFIC (100% bavlna) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Z dresů na tělo poté dres MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester).



Obr. č. 38 Porovnání tepelné vodivosti za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka.

Následující obrázek č. 38 zobrazuje porovnání tepelné vodivosti u dresů v suché formě a po běžeckém tréninku za vlhka. Jediným dresem u kterého klesla tepelná vodivost za vlhka po běžeckém tréninku je dres na tělo CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a dále nejméně stoupla u dresu GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan). Z volných dresů došlo k nejmenšímu nárůstu tepelné vodivosti za vlhka u dresu HEAD (92%polyester, 8% spandex) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry). Naopak k největšímu nárůstu došlo z volných dresů u dresu TCM (55% bavlna, 45% polyamid) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester), z dresů na tělo MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan).

13.5 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – porovnání hodnot po simulaci potního impulsu a po běžeckém tréninku za vlhka

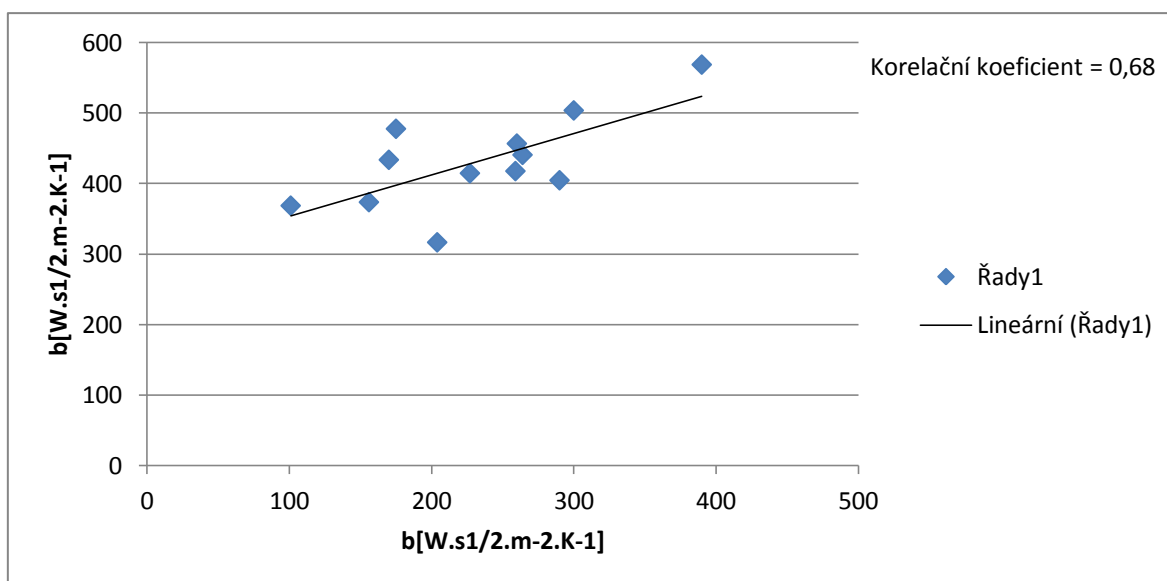


Obr. č. 39 Porovnání tepelné jímavosti jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu

Z obrázku č. 39 vyplývá, že v průběhu běžeckého tréninku se část vlhkosti průběžně odpařuje a odvádí z míst velkých potních žláz do okolí. Tím došlo k průměrnému stupni zavlhčení. Tento efekt při simulaci potního impulsu nenastane, efekt odparu nenastane, nastane pouze efekt rozvedení.

Z výsledků je patrné, že pro věrnější simulaci potního impulsu by se mělo použít menší množství simulovaného potu, než bylo použitých 0,5 ml. Rovněž by se dosáhlo ještě lepšího souladu výsledků.

Při reálném běžeckém tréninku má vliv také velikosti vzduchových mezer a dynamika kontaktu textilie s pokožkou.

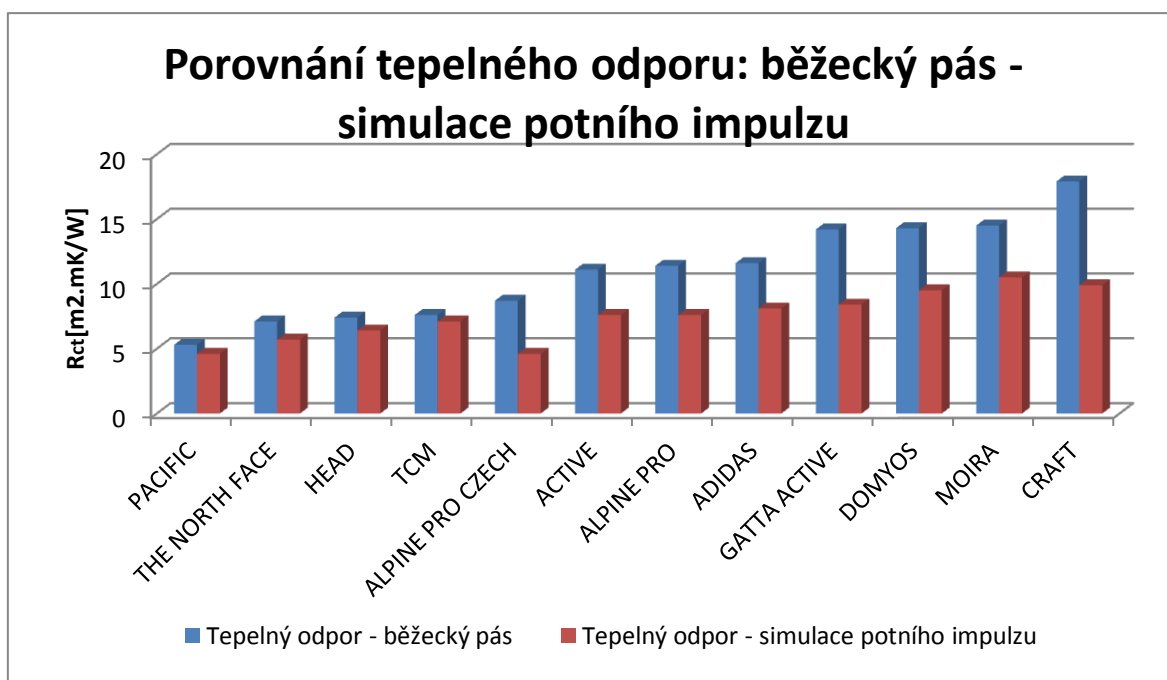


Obr. č. 40 Porovnání tepelné jímavosti po běžeckém tréninku a tepelné jímavosti po simulaci potního impulsu

Byl testován lineární model $y = \beta_1 x + \beta_0$, přičemž x je paropropustnost po běžeckém tréninku a y je paropropustnost po simulaci potního impulsu. Testují nulové hypotézy $H_0 : \beta_0 = 0$, $H_0 : \beta_1 = 1$ vs. alternativní hypotézy $H_1 : \beta_0 \neq 0$, $H_1 : \beta_1 \neq 1$ na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pokud budou přijaty hypotézy H_0 bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulsu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku.

Z následujícího obrázku č. 40 je dobře patrné, že tepelná jímavost po běžeckém tréninku a tepelná jímavost po simulaci potního impulsu je průměrně závislá (korelační koeficient = 0,68), avšak na samé hraně silné závislosti. Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zvlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulsu.

Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient $\beta_1 = 0,58$ a průsečík $\beta_0 = 295$. Odhady regresních koeficientů β_0 a β_1 jsou statisticky významné na hladině $\alpha = 0,05$. Intervalový odhad pokrývá 1.



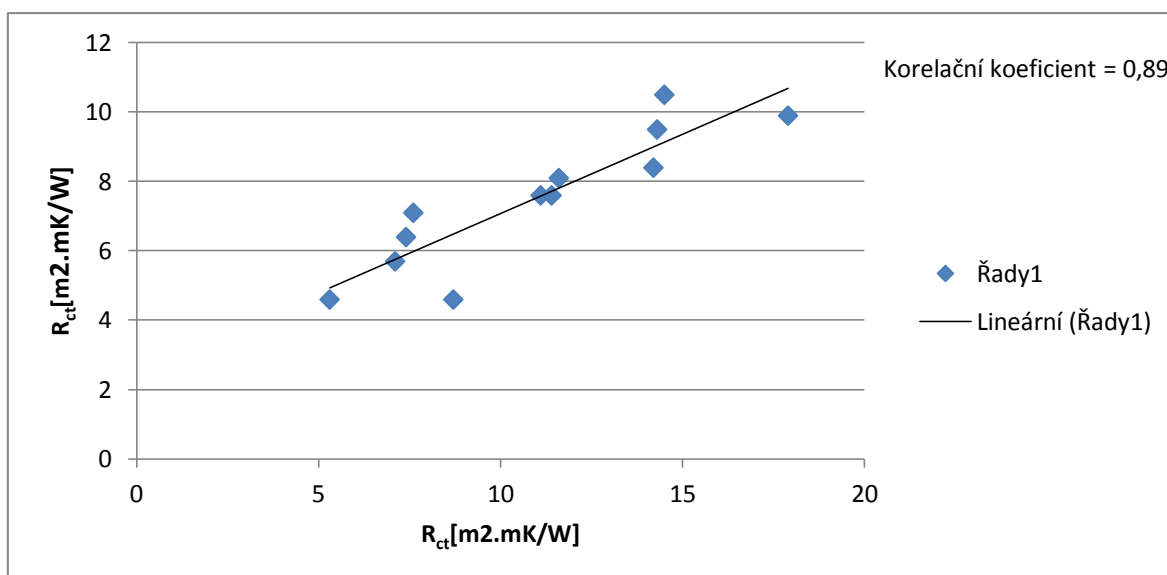
Obr. č. 41 Porovnání tepelného odporu jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu

Z následujícího obrázku č. 41 vyplývá, že při porovnání sportovních dresů po zavlhčení potem na běžeckém pásu a simulaci potního impulsu dopadl v obou případech nejhůře dres PACIFIC (100% bavlna) dále v průměru výsledků dres THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester). Nejlépe dopadly dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester), za nímž se umístil v celkovém souhrnu dres MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen).

V případě, že by byl použit nižší stupeň zavlhčení, pole tepelného odporu by se po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu přiblížila.

Dres PACIFIC (100% bavlna) vykazuje nejvyšší tepelný odpor, protože má největší tepelnou vodivost.

Tepelný odpor je k tepelné vodivosti převrácený, ovšem roli hraje také tloušťka sportovního dresu.

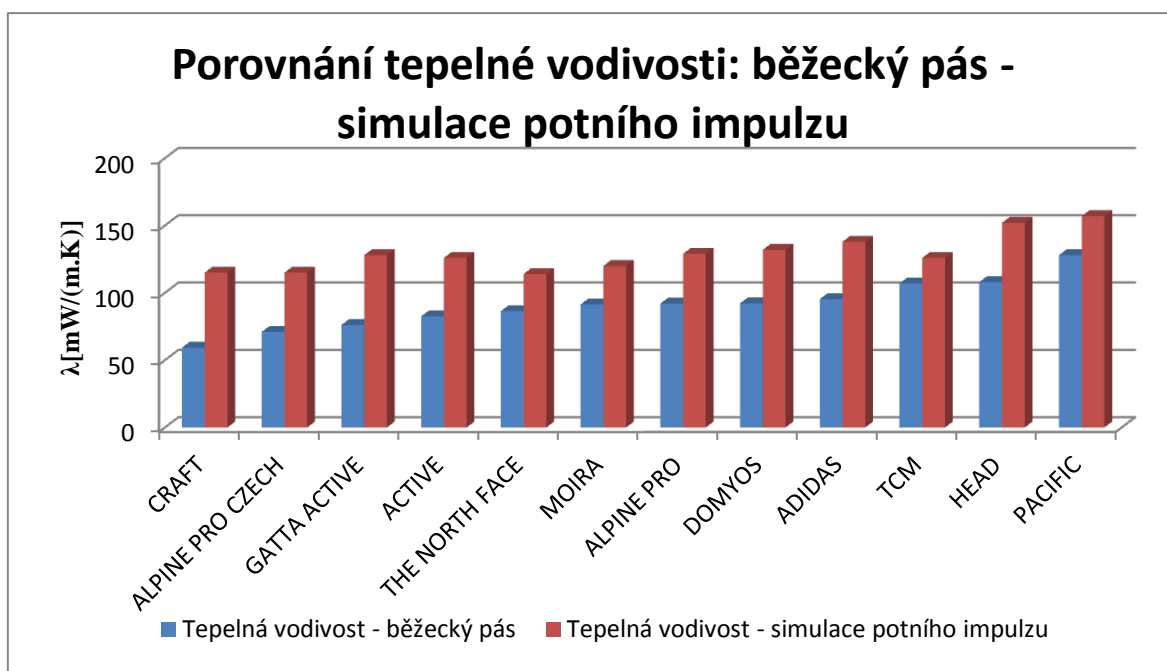


Obr. č. 42 Porovnání tepelného odporu po běžeckém tréninku a tepelného odporu po simulaci potního impulzu

Byl testován lineární model $y = \beta_1 x + \beta_0$, přičemž x je paropropustnost po běžeckém tréninku a y je paropropustnost po simulaci potního impulzu. Testují nulové hypotézy $H_0 : \beta_0 = 0$, $H_0 : \beta_1 = 1$ vs. alternativní hypotézy $H_1 : \beta_0 \neq 0$, $H_1 : \beta_1 \neq 1$ na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pokud budou přijaty hypotézy H_0 bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulzu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku.

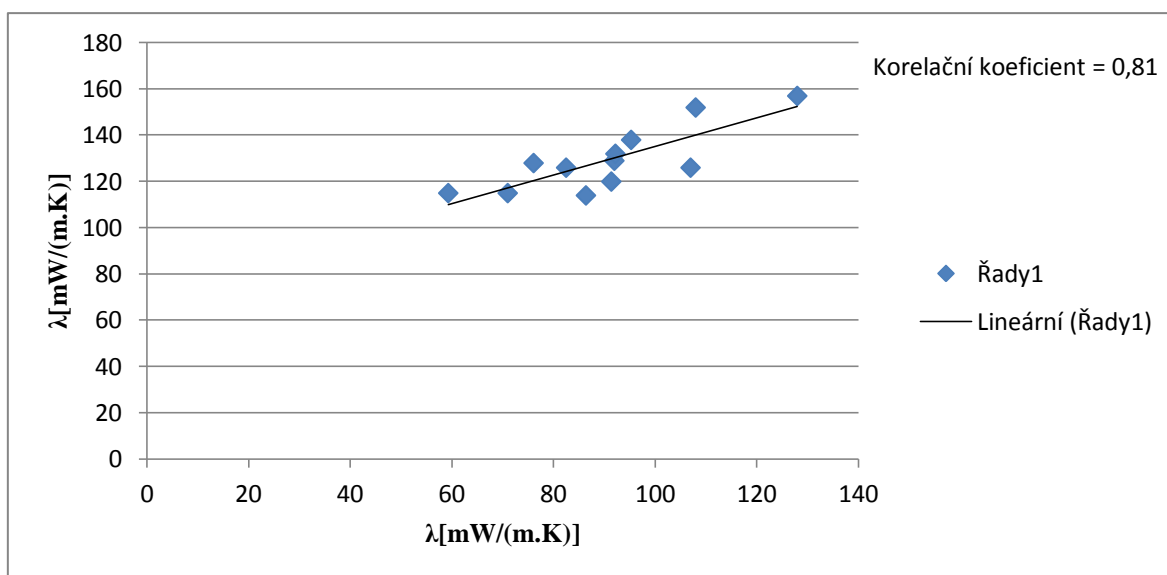
Z následujícího obrázku č. 42 je dobře patrné, že tepelný odpor po běžeckém tréninku a tepelný odpor po simulaci potního impulzu je silně závislý (korelační koeficient = 0,89), avšak na samé hraně velmi silné závislosti. Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zvlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulzu.

Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient $\beta_1 = 0,45$ a průsečík $\beta_0 = 2,51$. Odhady regresních koeficientů β_0 a β_1 jsou statisticky významné na hladině $\alpha = 0,05$. Intervalový odhad β_1 nepokrývá 1.



Obr. č. 43 Porovnání tepelné vodivosti jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu

Z následujícího obrázku č. 43, znázorňujícího porovnání tepelné vodivosti po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu, je patrné, že nejvyšší vodivosti v obou případech dosahoval dres PACIFIC (100% bavlna) a dres HEAD (92%polyester, 8% spandex). Naproti tomu nejméně vodivý byl dres CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a v dále v průměru běžeckého tréninku a simulace potního impulsu dres ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry). V případě, že by byl použit nižší stupeň zvlhčení, pole tepelného odporu po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu ještě více přiblížila.



Obr. č. 44 Porovnání tepelné vodivosti po běžeckém tréninku a tepelné vodivosti po simulaci potního impulzu

Byl testován lineární model $y = \beta_1 x + \beta_0$, přičemž x je paropropustnost po běžeckém tréninku a y je paropropustnost po simulaci potního impulzu. Testují nulové hypotézy $H_0 : \beta_0 = 0$, $H_0 : \beta_1 = 1$ vs. alternativní hypotézy $H_1 : \beta_0 \neq 0$, $H_1 : \beta_1 \neq 1$ na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pokud budou přijaty hypotézy H_0 bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulzu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku.

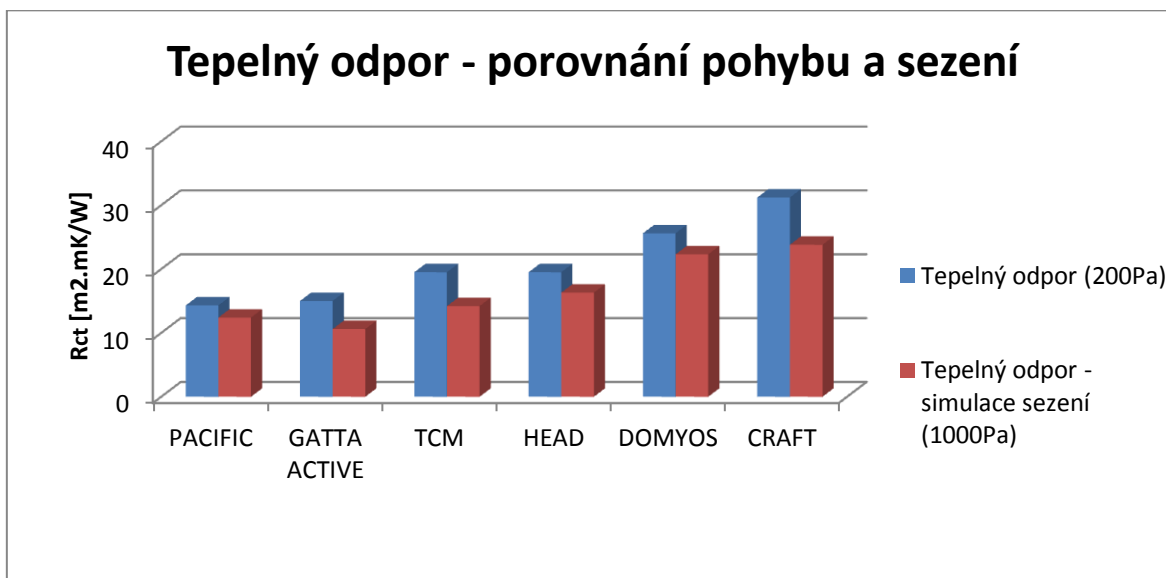
Z následujícího obrázku č. 44 je dobře patrné, že tepelná vodivost po běžeckém tréninku a tepelná vodivost po simulaci potního impulzu je silně závislá (korelační koeficient = 0,81). Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zavlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulzu.

Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient $\beta_1 = 0,61$ a průsečík $\beta_0 = 73$. Odhady regresních koeficientů β_0 a β_1 jsou statisticky významné na hladině $\alpha = 0,05$. Intervalový odhad u β_1 nepokrývá 1.

13.6 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – simulace sezení

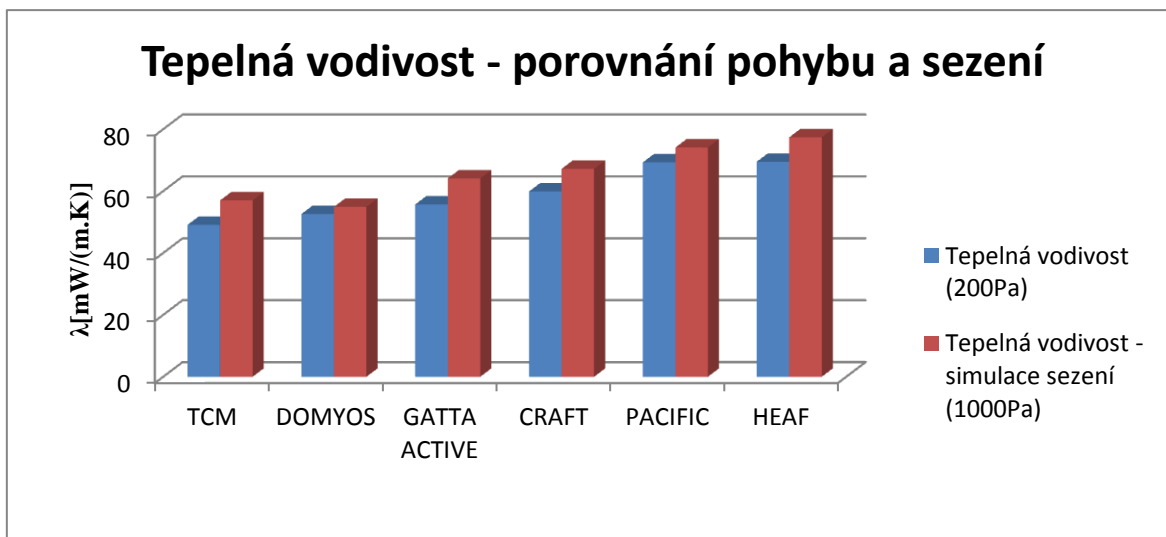
Realizace měření

Nasimulování sezení se docílí tím, že se z přístroje Alambeta odstraní závaží a přítlak stoupne z 200 Pa na 1000 Pa.



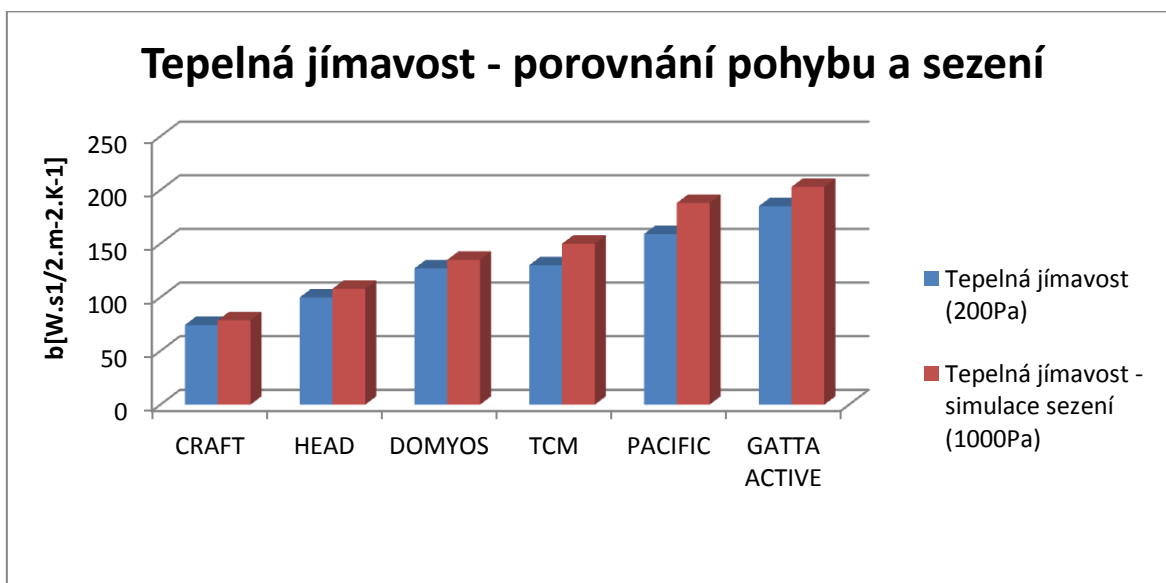
Obr. č. 45 Porovnání tepelného odporu dresů při pohybu a při simulaci sezení

Následující obrázek č. 45 zobrazuje porovnání tepelného odporu při běžném nošení (tlak hlavice 200 Pa) a při simulaci sezení (tlak hlavice 1000 Pa). U všech sedmi sledovaných vzorků tepelný odpor klesl při simulaci sezení kromě volného dresu. Ostatní dresy vykazují podobné rozdíly kromě volného dresu PACIFIC (100% bavlna), kde je rozdíl tepelného odporu za běžného nošení a při simulaci sezení nejmenší.



Obr. č. 46 Porovnání tepelné vodivosti dresů při pohybu a při simulaci sezení

Tento obrázek č. 46 zobrazuje porovnání tepelné vodivosti v pohybu a při simulaci sezení. U všech 7 sportovních dresů došlo při simulaci sezení k navýšení hodnot tepelné jímavosti.



Obr. č. 47 Porovnání tepelné jímavosti dresů při pohybu a při simulaci sezení

Tento obrázek č. 47 znázorňuje porovnání tepelné jímavosti v pohybu a při simulaci sezení. Zde se tepelná jímavost u simulace sezení zvýšila u všech dresů.

14 VLIV VLHKOSTNÍHO PŘÍVAŽKU NA TEPELNOU JÍMAVOST A TEPELNÝ ODPOR

Toto měření bylo provedeno u všech 12 vzorků. Nejdříve byly všechny dresy zváženy v běžných podmínkách v laboratoři. Poté byli dresy, u kterých to bylo možné, vysušeny v klimatizačním boxu. Dresy HEAD (92% polyester, 8% spandex) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerále polyester) byly vysušeny 10minut při 70 stupních Celsia, dresy PACIFIC (100% bavlna) a TCM (55% bavlna, 45% polyamid) 20 minut při 105 stupních Celsia, dresy DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan), ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) 15minut při 70 stupních Celsia. Ostatní dresy nemohly být vysušeny kvůli jejich materiálovému složení, jelikož by vysušování vlákna dresů znehodnotila či zničila. Vysušené vzorky byly následně zváženy. Jako poslední bylo provedeno zvážení vlhkých dresů ihned po běžeckém výkonu. Všechna měření byla prováděna na digitální váze.

Vzorec pro výpočet:

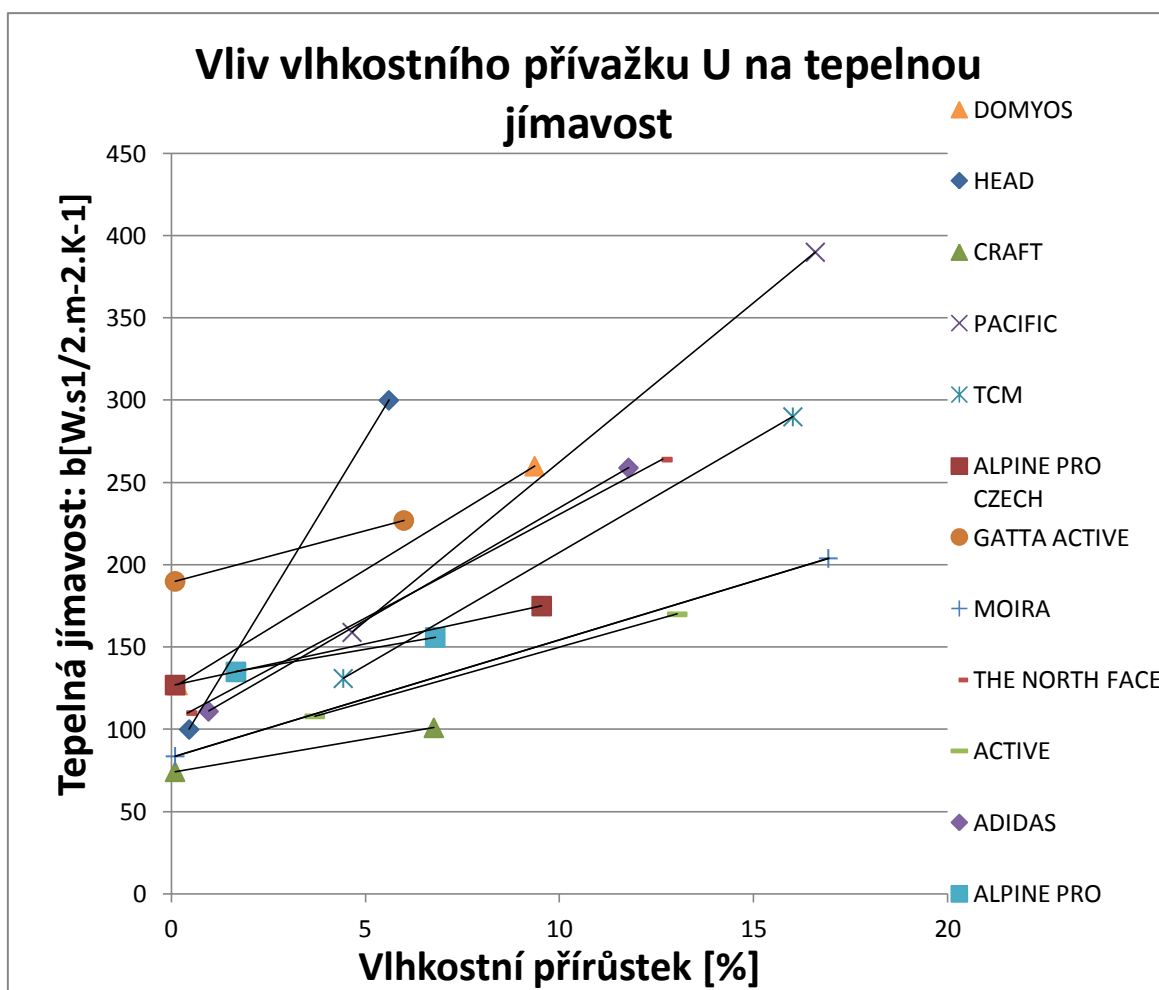
$$U = \frac{mv - ms}{ms} \cdot 100 [\%]$$

U – hmotnostní přívažek [%]

mv – hmotnost vlhkého vzorku [kg]

ms – hmotnost suchého vzorku [kg]

Pro výpočet u těch vzorků, které mohly být vysušeny, byly použity váhy vysušených vzorků. Dresy, které nebylo možné vysušit, byly brány tak, jako kdyby neobsahovaly žádnou vlhkost.

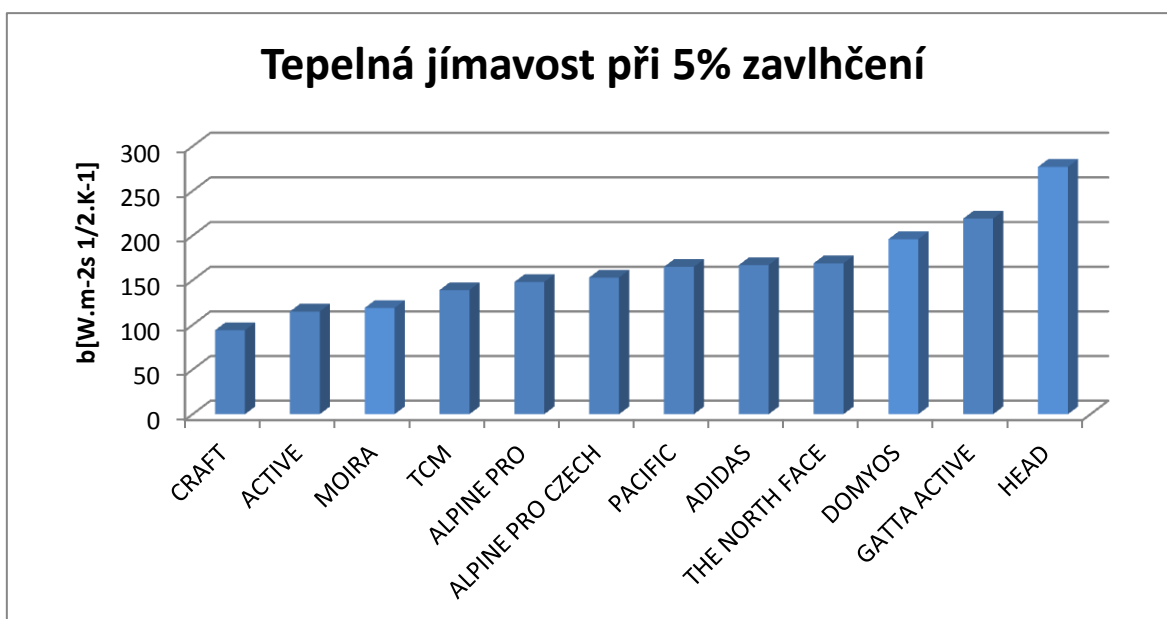


Obr. 48 Vliv vlhkostního přivažku v důsledku běžeckého tréninku na tepelnou jímavost.

Následující obrázek č. 48 zobrazuje vliv vlhkostního přivažku na tepelnou jímavost u zkoumaných sportovních dresů.

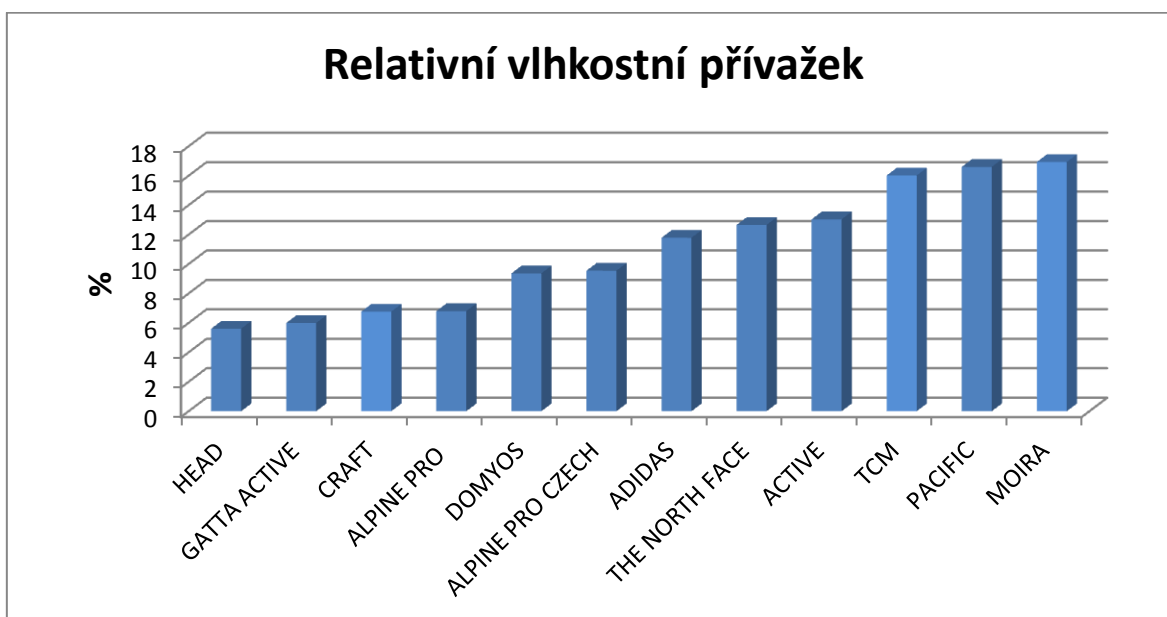
Následující diagram má dvě funkce. Jedna funkce ukazuje, jaká byla vlhkost v dresu po skončení sportovního výkonu a druhá funkce ukazuje, jaké vlhkosti bylo dosaženo a jak se vlhkost promítla do tepelné jímavosti.

Výrazně se liší dres HEAD (92% polyester, 8% spandex), kde při malé hodnotě zavlhčení se tepelná jímavost hodně navýšila a dres PACIFIC (100% bavlna), kde sklon přímky u těchto dresů je na rozdíl od ostatních dresů viditelně větší. Nejchladnější omak tedy vykazuje dres z bavlněných vláken PACIFIC. Příčinou tohoto extrémně chladného omaku může být vysoká koncentrace vlhkosti v místě měření, které se nachází v oblasti zvýšeného pocení podél páteře. Z důvodu vysoké adheze vlhkosti s bavlnou nebyla tato vlhkost rozvedena do větší plochy, což zřejmě nastalo v případě polypropylenového dresu MOIRA.



Obr. č. 49 Tepelná jímavost dresů při 5% vlhkosti

Za předpokladu lineární závislosti tepelné jímavosti na vlhkočním přírůstku byl vynesena obrázek č. 49 tepelné jímavosti při 5% vlhkosti.



Obr. č. 50 Relativní vlhkoční přivažek dresů

Následující obrázek č. 50 zobrazuje relativní vlhkostí přivažek sportovních dresů po běžeckém výkonu.

15 STANOVENÍ NASÁKAVOSTI

Stanovení nasákavosti (podle již neplatné normy ČSN 80 0831)

Definice

Nasákavost je schopnost plošné textilie přijímat a fyzikálně vázat vodu při ponoření za stanovené teploty a doby. Vyjadřuje se v procentech.

Podstata zkoušky

Klimatizované vzorky se jednotlivě zváží s přesností 0,1% hmotnosti. Po zvážení se klimatizované vzorky ponoří horizontálně na dno nádoby s destilovanou vodou o teplotě $20 \pm 1^\circ\text{C}$ a zatíží se těžítkem. Výška vodní hladiny musí být 50 mm. Po uplynutí 60 ± 1 min se vzorek z nádoby vyjme a ponechá ve vertikální poloze po dobu 300 ± 3 s, aby okapala přebytečná voda. Zkouška proběhla při 25°C a 60% vlhkosti vzduchu.

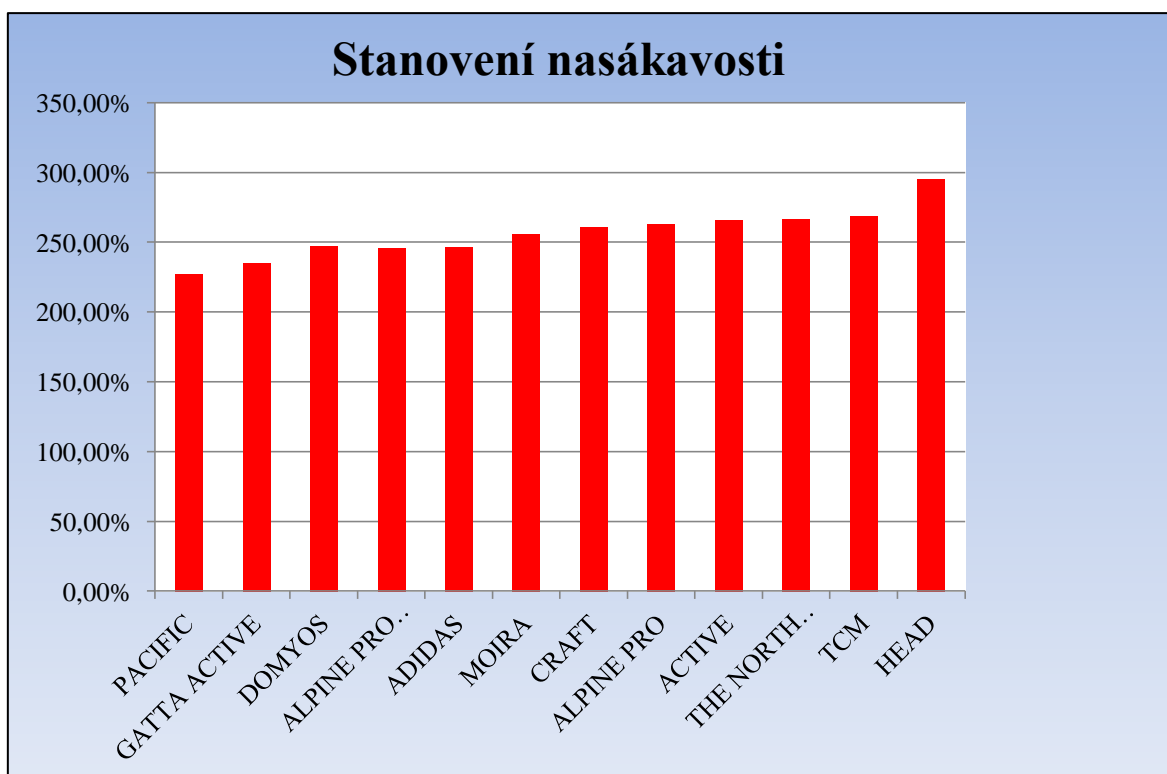
Nasákavost vzorků se vypočítá podle vzorce

$$N = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100 \quad (\%)$$

kde N je nasákavost vzorku v %

m_0 hmotnost klimatizovaného vzorku v g

m_1 hmotnost mokrého vzorku po okapání v g

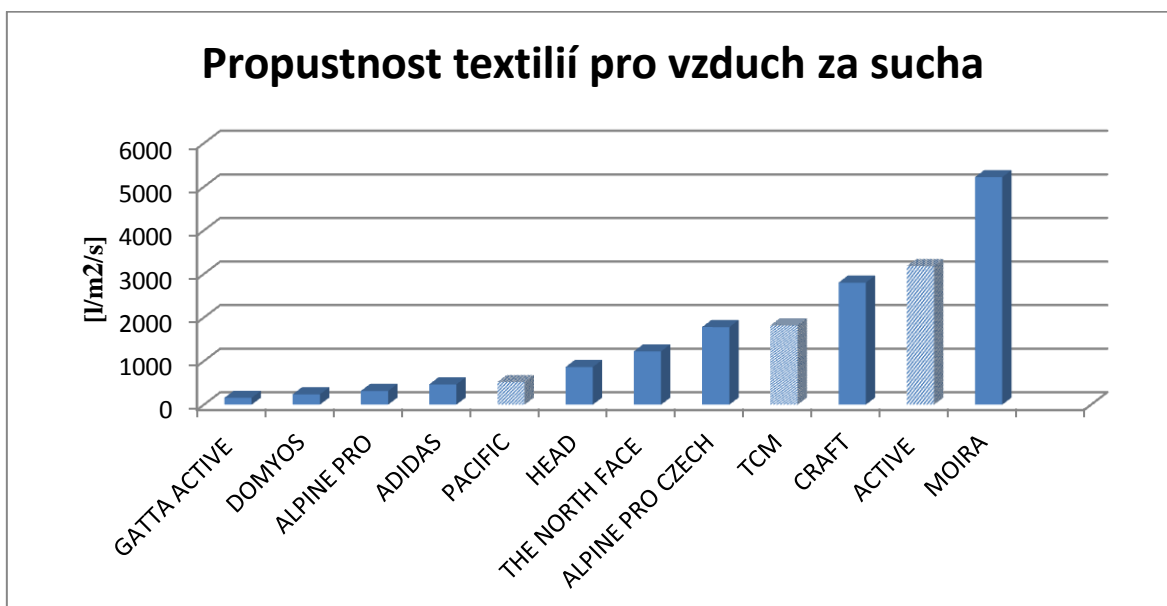


Obr. č. 51 Savost plošných textilií – stanovení nasákavosti

Tento obrázek č. 51 zobrazuje savost plošných textilií – stanovení nasákavosti. Z grafu vyplývá, že nejvíce nasákavým dresem je dres HEAD (92% polyester, 8% spandex), který se nejvíce přiblížil hodnotě 300%. Na dalších 6 místech jsou hodnoty velmi podobné a to nad 250%. Naopak nejméně nasakavý je dres PACIFIC (100% bavlna) a dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan).

16 ZJIŠŤOVÁNÍ PRODYŠNOSTI VZDUCHU PŘÍSTROJEM FX 3300

Prodyšnost vzduchu byla měřena za sucha i za vlhka po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu. Měření na přístroji FX 3300 probíhala vždy po co nejkratší dobu, aby se vzorek případně během měření nevysušil. Přestože jsem si byl vědom možnosti vysoušení, byl experiment proveden, jelikož nebyl časově náročný. Výsledky měření za vlhka po běžeckém tréninku a za vlhka po simulaci potního impulsu jsou uvedeny v příloze č. 5.



Obr. č. 52 Propustnost textilií pro vzduch za sucha u sportovních dresů.

Obrázek č. 52 vykresluje porovnání propustnosti u jednotlivých sportovních dresů. Nejméně propustný je dres na tělo GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan). Naopak nejvíce propustný je dres MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester).

17 VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKŮ

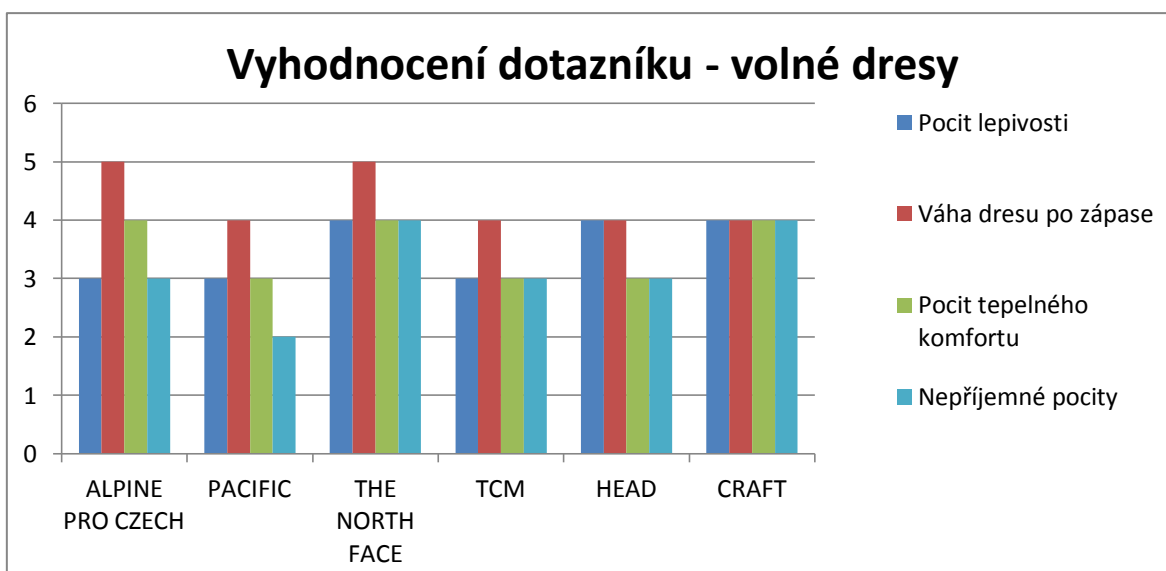
Výzkum probíhal pomocí dotazníků. Bylo vyplněno 12 dotazníků. Dotazník byl sestaven tak, aby získané informace vypovídaly o komfortu sportovních dresů a jeho vnímání samotnými uživateli. Rovněž sloužil k získání připomínek a subjektivních názorů sportovce používajícího sportovní dresy. Grafické znázornění na všechny odpovědi lze nalézt v následujících obrázcích č. 53 a 55

Otázky:

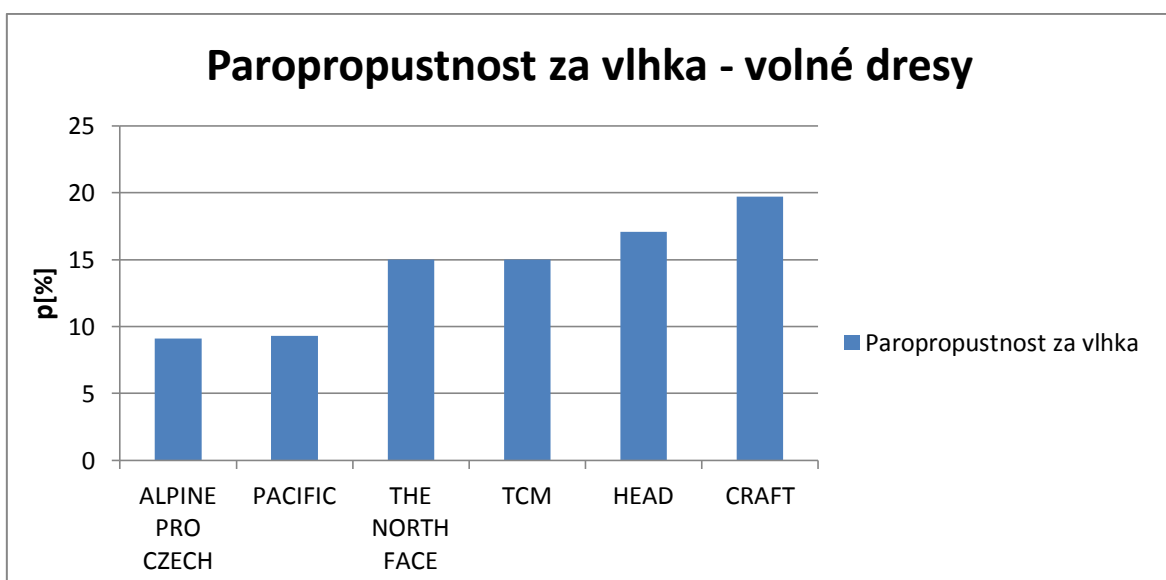
Stupnice 1 až 5, kdy 1 je nejhorší a 5 nejlepší.

Měl jste pocit lepidlosti v důsledku potu v průběhu zápasu?	1	2	3	4	5
Zdál se vám dres těžký po skončení zápasu?	1	2	3	4	5
Vyjádřete pocit tepelného komfortu?	1	2	3	4	5
Vykazoval dres po zpocení nepříjemné pocity?	1	2	3	4	5

Z následujících Obrázků č. 53 a 55 je patrné, že u samotných hráčů vykazovaly lepší výsledky komfortu při zápase dresy na tělo.

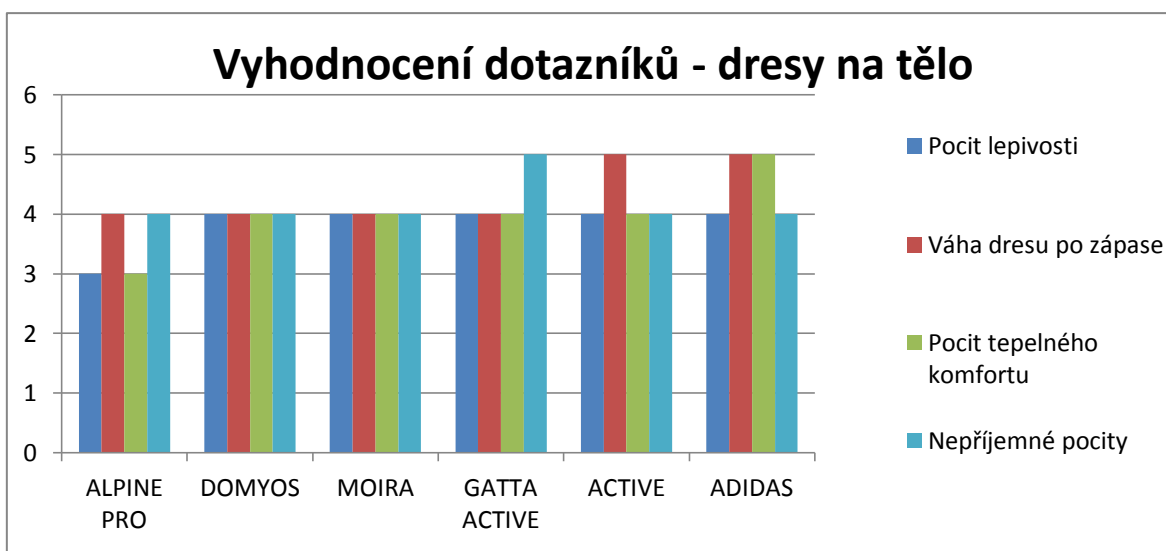


Obr. č. 53 Vyhodnocení dotazníků – volné dresy po běžeckém tréninku

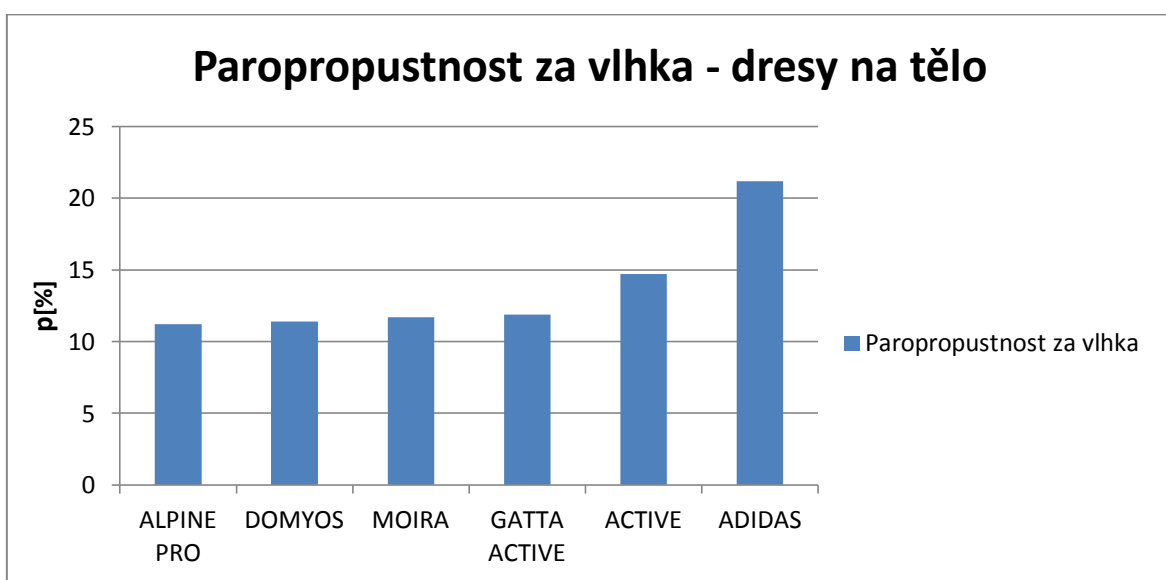


Obr. č. 54 Paropropustnost za vlhka po běžeckém tréninku u volných dresů

Následující obrázky č. 53 a 54 znázorňují porovnání subjektivních pocitů samotných hráčů s výsledky paropropustnosti za vlhka u volných dresů. Jak je vidět z porovnání těchto dvou grafů, výsledky hodnocení samotných hráčů koresponduje.



Obr. č. 55 Vyhodnocení dotazníků – dresy na tělo po běžeckém tréninku



Obr. č. 56 Paropropustnost za vlhka po běžeckém tréninku u dresů na tělo

Následující obrázky č. 55 a 56 znázorňují porovnání subjektivních pocitů samotných hráčů s výsledky paropropustnosti za vlhka u dresů na tělo. Jak je vidět z porovnání těchto dvou grafů, výsledky hodnocení samotných hráčů koresponduje s výsledky paropropustnosti. Z dresů na tělo dopadl nejhůře v hodnocení hráčem dres ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a nejlépe ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan), ostatní dresy vykazovali velmi podobné výsledky.

18 NÁVRH INDEXU KOMFORTU ZA VLHKA

Byl zaveden nový součinitel pro efektivní tepelný komfort nazván index komfortu za vlhka.

Všechny použité hodnoty při výpočtu indexu komfortu za vlhka jsou relativní hodnoty a jsou v souměřitelné škále.

Tento index je dán vztahem:

$$I_{kv} = \frac{\text{Efektivní relativní paropropustnost} \cdot \text{Tepelný odpor (za vlhka)}}{\text{Relativní paropropustnost} \cdot \text{Tepelný odpor (za sucha)}}$$

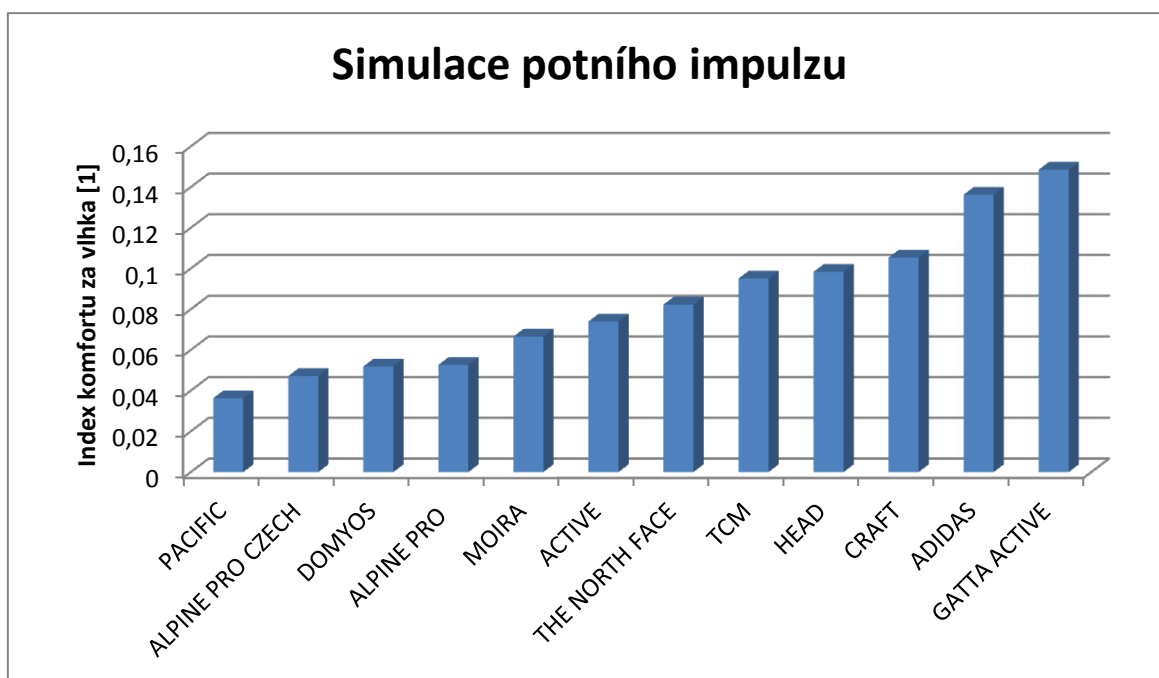
Index komfortu za vlhka sportovních dresů zahrnuje vliv pocení na tepelný odpor a paropropustnost.

Index tepelného komfortu za sucha se rovná 1 a s přibývajícím vlhkostí hodnota klesá. Čím více se tato hodnota blíží 1, tím vyšší tepelný komfort sledovaný dres za vlhka poskytuje.



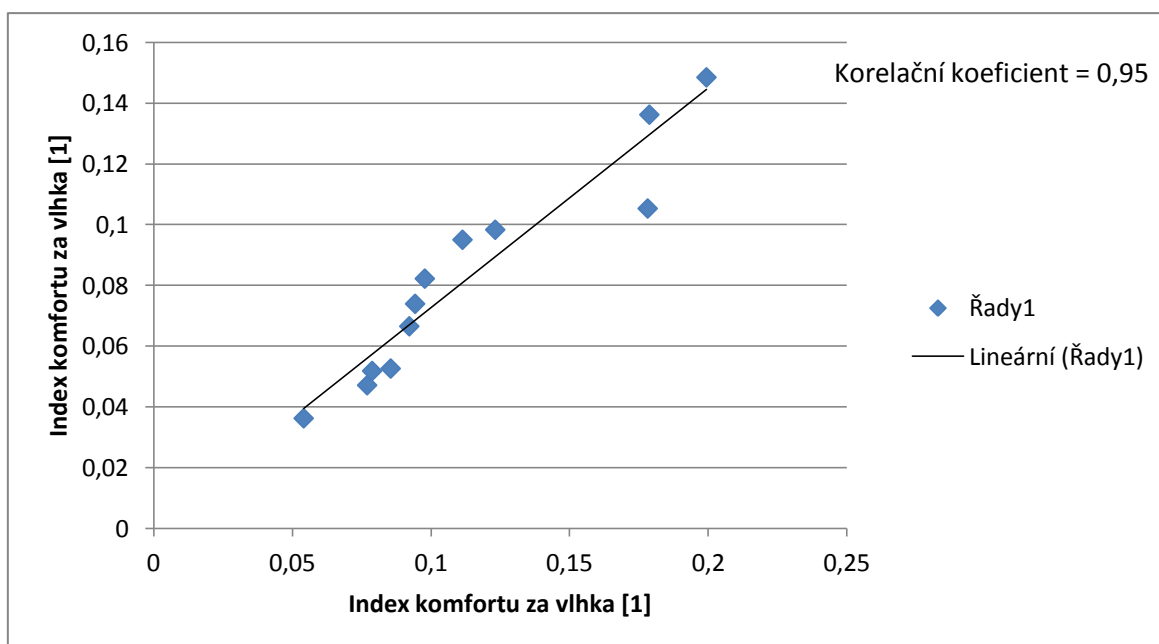
Obr. č. 57 Index komfortu za vlhka po běžecém tréninku (při různých úrovních zavlhčení)

Následující obrázek č. 57 zobrazuje, jaký dres dosahuje nejlepšího komfortu po běžecém tréninku z hlediska indexu tepelného komfortu. Nejlépe dopadl dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) následovaný dresem CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan). Naopak nejhůře dopadl dres PACIFIC (100% bavlna), dále poté dvojice dresů Alpine, a to konkrétně ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry)



Obr. č. 58 Index komfortu za vlhka po simulaci potního impulsu

Následující obrázek č. 58 zobrazuje dresy srovnané od nejhoršího po nejlepší z hlediska indexu tepelného komfortu při simulaci potního impulsu. Nejlepšího výsledku dosáhl dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan), následuje s již větším odstupem dres CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Naopak nejhoršího výsledku dosáhl dres PACIFIC (100% bavlna), ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).



Obr. č. 59 Porovnání indexu komfortu za vlhka po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu

Byl testován lineární model $y = \beta_1 x + \beta_0$, přičemž x je paropropustnost po běžeckém tréninku a y je paropropustnost po simulaci potního impulsu. Testuji nulové hypotézy $H_0 : \beta_0 = 0$, $H_0 : \beta_1 = 1$ vs. alternativní hypotézy $H_1 : \beta_0 \neq 0$, $H_1 : \beta_1 \neq 1$ na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pokud budou přijaty hypotézy H_0 bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulsu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku.

Z obrázku č. 59 je patrné, že při porovnání indexu tepelného komfortu po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu jsou data velmi silně závislá (korelační koeficient = 0,95). Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zvlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulsu. Pokud by bylo místo 0,5ml vody nanášeno 0,3 ml, zvýšila by se hodnota paropropustnosti a tepelného odporu a výsledky simulace potního impulsu by byli ještě více podobné výsledkům běžeckého tréninku.

Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient $\beta_1 = 0,72$ a průsečík $\beta_0 = 0,00$. Odhady regresních koeficientů β_0 je statisticky nevýznamný a β_1 je statisticky významný na hladině $\alpha = 0,05$. Intervalový odhad u β_1 nepokrývá 1.

ZÁVĚR

Tepelný komfort je u sportovních dresů jedna z nejdůležitějších vlastností. Teoretická část práce se proto věnuje stručnému přehledu poznatků o komfortu textilií a způsobu jeho hodnocení.

Cílem této diplomové práce bylo proměřit a vyhodnotit relativní paropropustnost u 12 sportovních dresů v podmínkách běžeckého tréninku při konstantních definovaných klimatických podmínkách a porovnat s výsledky měření za běžných podmínek za sucha a následně i porovnat s výsledky měření po simulaci potního impulsu. Poté přístrojem Alambeta proměřit tepelný odpor, tepelnou jímavost, tepelnou vodivost za vlhka i za sucha a opět porovnat výsledky. Každý z 12 sportovních dresů měl jiné materiálové složení. Měření byla prováděna na přístrojích Permetest a Alambeta za sucha, po běžeckém tréninku a při simulaci potního impulsu.

Pro měření sportovních dresů po běžeckém tréninku byla vybrána zádová oblast, jelikož je to dostatečně velká plocha, aby se vlhkost rovnoměrně rozvedla mimo oblast velkých potních žláz, které jsou v okolí páteře umístěny a způsobují vysoké zavlhčení sportovního dresu.

K vyhodnocení celkového termofyziologického komfortu textilií byl navržen index komfortu za vlhka, na jehož základě byly jednotlivé sportovní dresy vyhodnoceny. Nejlepších výsledků po běžeckém tréninku dosáhl dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan), s malým odstupem za tímto dresem se umístily s velmi podobnými hodnotami dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan), za kterými byl propad ostatních dresů již poměrně značný. Naopak nejhoršího výsledku dosáhl dres PACIFIC (100% bavlna), dále poté dvojice dresů Alpine, konkrétně ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry). Po simulaci potního impulsu dosáhl nejlepšího výsledku rovněž dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) následován dresy ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Naopak nejhoršího výsledku dosáhl opět dres PACIFIC (100% bavlna), dále

poté dres ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).

Jedním z přínosů práce je porovnání metody simulace potního impulzu s běžeckým tréninkem, kde ve většině případů spolu naměřené hodnoty velmi dobře korelují. Bylo by vhodné snížit zavlhčení u simulace potního impulzu na 0,35 ml. Všechny tyto záležitosti jsou teoreticky velmi složité, tato práce je prvním přiblížením k vyřešení popsaného problému.

Také bylo zjišťováno, jak byl spokojen běžec s dresy během běžeckého tréninku a to pomocí dotazníku, který byl následně vyhodnocen a graficky porovnán s výsledky měření relativní paropropustnosti na přístroji Permetest. Zde výsledky měření přibližně korespondovaly s pocity běžce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Hes L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií, Technická univerzita v Liberci, 2005, ISBN 80-7083-926-0
- [2] Staněk, J.: Textilní zbožíznalství, Vláknenné suroviny, příze a nitě, Technická univerzita v Liberci, 2006, ISBN 80-7372-147-3
- [3] Trojan, S.: Tělověda, Grada Publishing, 1997, ISBN 80-7169-543-2
- [4] L. Hes, L., Boguslawska- Baczek M.: Thermal Comfort of Bedsheets under Real Conditions of the Use, odesláno k publikaci v Journal of Natural Fibres
- [5] Hes, L.: Thermal comfort properties of textile fabrics in wet state. Izmir international textile and apparel symposium, Cesme (Turkey) 2010
- [6] Hes, L; Lizak, P.: Thermal comfort of biking dresses at real conditions of their use. Fiber society textile conference, St. Gallen, May 2012 , p. 39-40
- [7] Bavlna, [cit. 16. 3. 2013]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.opvk.eu/LinkClick.aspx?fileticket...tabid=5541>
- [8] Polypropylen, [cit. 16. 3. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.texnetis.com/synteticke-textilni-materialy.htm>
- [9] Polyester, [cit. 17. 3. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.gina.cz/shop/common/pagedetail.aspx?pagecode=polyester>
- [10] Elastan(Spandex), [cit. 17. 3. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.aptega.cz/poradna/clanky/elastan-lycra- nebo-spandex/>
- [11] Moira, [cit. 17. 3. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.outdoor-termopradlo.cz/clanky/vse-o-vlaknu-moira/>
- [12] Permetest, [cit. 18. 12. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.sensora.eu/permetest.html>
- [13] Militký, J.: Textilní vlákna, Technická univerzita v Liberci, 2002, ISBN 80-7083-644-X
- [14] Killar, J.: Komfort fotbalového dresu a jeho využití při marketingu. Bakalářská práce, TUL-FT, 2007
- [15] Cooldry, [cit. 25. 11. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.klimatex.eu/cooldry/t-225/>
- [16] FX 3300, [cit. 22. 12. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: http://www.bstnc.co.kr/product/3300-III_leaflet_en.pdf
- [17] Kříž, M.: Studium ochlazování nositele oděvu odparem z vnější vlhké textilie, Diplomová práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

- Obr. č. 1 - Termoregulační systém lidského těla
- Obr. č. 2 - Schéma odparu z pokožky přes textilií
- Obr. č. 3 - Druhy textilních vláken
- Obr. č. 4 - ALAMBETA
- Obr. č. 5 – Princip přístroje ALAMBETA
- Obr. č. 6 – PERMETEST
- Obr. č. 7 – Schéma přístroje Permetest
- Obr. č. 8 – DOMYOS
- Obr. č. 9 – HEAD
- Obr. č. 10 – CRAFT
- Obr. č. 11 – PACIFIK
- Obr. č. 12 – TCM
- Obr. č. 13 – ALPINE PRO CZECH
- Obr. č. 14 – GATTA ACTIVE
- Obr. č. 15 – MOIRA
- Obr. č. 16 – THE NORTH FACE
- Obr. č. 17 – ACTIVE
- Obr. č. 18 – ADIDAS
- Obr. č. 19 – ALPINE PRO
- Obr. č. 20 - Porovnání relativní paropropustnosti dresů za sucha (červené sloupce) a relativní efektivní paropropustnosti za vlhka (modré sloupce)
- Obr. č. 21 – Paropropustnost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku
- Obr. č. 22 – Paropropustnost dresů za vlhka po simulaci potního impulzu
- Obr. č. 23 – Celková relativní paropropustnost (chladicí tok) vlhkých dresů, sestávající z efektivní relativní paropropustnosti (modré sloupce) + relativního chladicího toku z povrchu vlhkých dresů (červené sloupce)
- Obr. č. 24 – Výparný odpor suchých dresů.
- Obr. č. 25 – Porovnání paropropustnosti dresů při běžeckém tréninku a při simulaci potního impulzu

- Obr. č. 26 – Porovnání paropropustnosti po běžeckém tréninku a paropropustnosti po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 27 – Tepelný odpor dresů za běžných podmínek (v suchém stavu)
- Obr. č. 28 – Tepelná jímavost dresů za běžných podmínek (v suchém stavu)
- Obr. č. 29 – Tepelná vodivost dresů za běžných podmínek (v suchého stavu)
- Obr. č. 30 – Tepelný odpor dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku
- Obr. č. 31 – Tepelná jímavost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku
- Obr. č. 32 – Tepelná vodivost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku
- Obr. č. 33 - Tepelný odpor dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 34 - Tepelná jímavost dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 35 - Tepelná vodivost dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 36 - Porovnání tepelné jímavosti za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka
- Obr. č. 37 - Porovnání tepelného odporu za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka.
- Obr. č. 38 - Porovnání tepelné vodivosti za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka.
- Obr. č. 39 - Porovnání tepelné jímavosti jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 40 - Porovnání tepelné jímavosti po běžeckém tréninku a tepelné jímavosti po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 41 - Porovnání tepelného odporu jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 42 - Porovnání tepelného odporu po běžeckém tréninku a tepelného odporu po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 43 - Porovnání tepelné vodivosti jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 44 - Porovnání tepelné vodivosti po běžeckém tréninku a tepelné vodivosti po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 45 - Porovnání tepelného odporu dresů při pohybu a při simulaci sezení
- Obr. č. 46 - Porovnání tepelné vodivosti dresů při pohybu a při simulaci sezení
- Obr. č. 47 - Porovnání tepelné jímavosti dresů při pohybu a při simulaci sezení
- Obr. č. 48 - Vliv vlhkostního přívažku na tepelnou jímavost.

- Obr. č. 49 - Tepelná jímavost dresů při 5% zavlhčení
- Obr. č. 50 - Relativní vlhkostní přivažek dresů
- Obr. č. 51 - Savost plošných textilií – stanovení nasákavosti
- Obr. č. 52 - Propustnost textilií pro vzduch za sucha u sportovních dresů.
- Obr. č. 53 - Vyhodnocení dotazníků – volné dresy po běžeckém tréninku
- Obr. č. 54 - Paropropustnost za vlhka po běžeckém tréninku u volných dresů
- Obr. č. 55 - Vyhodnocení dotazníků – dresy na tělo po běžeckém tréninku
- Obr. č. 56 - Paropropustnost za vlhka po běžeckém tréninku u dresů na tělo
- Obr. č. 57 - Index komfortu za vlhka po běžeckém tréninku (při různých úrovních zavlhčení)
- Obr. č. 58 - Index komfortu za vlhka po simulaci potního impulzu
- Obr. č. 59 - Porovnání indexu komfortu za vlhka po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulzu
- Obr. č. 60 - DOMYOS
- Obr. č. 61 - HEAD
- Obr. č. 62 - CRAFT
- Obr. č. 63 - PACIFIC
- Obr. č. 64 - TCM
- Obr. č. 65 - ALPINE PRO CZECH
- Obr. č. 66 - GATTA ACTIVE
- Obr. č. 67 - MOIRA
- Obr. č. 68 - THE NORTH FACE
- Obr. č. 69 - ACTIVE
- Obr. č. 70 - ADIDAS
- Obr. č. 71 - ALPINE PRO
- Obr. č. 72 - Propustnost textilií pro vzduch za vlhka
- Obr. č. 73 - Propustnost textilií pro vzduch - simulace potního impulzu

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Výsledky měření na přístroji Permetest

Příloha 2 - Výsledky měření na přístroji Alambeta

Příloha 3 - Výsledky měření na přístroji Alambeta – simulace sezení (1000 Pa)

Příloha 4 - Struktura sportovních dresů zobrazena pod mikroskopem

Příloha 5 – Prodyšnost za vlhka a prodyšnost simulace potního impulzu

Tabulka č. 2 Měření na přístroji Permetest – běžecký trénink

Dresy	Relativní paropropustnost (%)	Výparný odpor Ret [Pa.m².W¹]	Hmotnost dresu (g)
DOMYOS	11,4	2,1	202,74
HEAD	17,1	2,7	230,34
CRAFT	19,7	3,4	170,40
PACIFIC	9,3	1,3	223,53
TCM	15	2,4	213,01
ALPINE PRO CZECH	9,1	0,9	189,91
GATTA ACTIVE	11,9	1,4	211,06
MOIRA	11,7	1,8	110,70
THE NORTH FACE	15	1,8	145,79
ACTIVE	14,7	2,0	170,01
ADIDAS	21,2	4,1	188,21
ALPINE PRO	11,2	2,4	228,60

Tabulka č. 3 Měření na přístroji Permetest v suchém stavu

Dresy	Relativní paropropustnost (%)	Výparný odpor Ret [Pa.m².W¹]	Hmotnost dresu (g)
DOMYOS	65,1	3,7	182,41
HEAD	70,4	2,9	219,10
CRAFT	63,2	4,0	159,60
PACIFIC	63,7	3,9	202,61
TCM	62,0	4,3	192,13
ALPINE PRO CZECH	76,1	2,2	173,36
GATTA ACTIVE	56,5	5,4	202,63
MOIRA	66,6	3,5	94,67
THE NORTH FACE	75,9	2,3	126,61
ACTIVE	61,6	4,5	155,13
ADIDAS	65,4	3,8	169,84
ALPINE PRO	62,8	4,2	214,04

Tabulka č. 4 Měření na přístroji Permetest – simulace potního impulsu

Dresy	Relativní paropropustnost (%)	Výparný odpor Ret [Pa.m².W⁻¹]	Hmotnost dresu (g)
DOMYOS	9,2	0,8	182,41
HEAD	21,1	2,4	219,10
CRAFT	21	3,1	159,60
PACIFIC	7,2	0,8	202,61
TCM	16,2	2,2	192,13
ALPINE PRO CZECH	10,3	0,9	173,36
GATTA ACTIVE	13,4	1,4	202,63
MOIRA	12,6	1,8	94,67
THE NORTH FACE	13,8	1,5	126,61
ACTIVE	12,9	1,7	155,13
ADIDAS	17,1	2,2	169,84
ALPINE PRO	11,5	1,5	214,04

Tabulka č. 5 Měření na přístroji Alamabeta v suchém stavu

Materiály	Tepelná vodivost λ		Tepelná jímavost b		Tepelný odpor r		Tloušťka h [mm]		Počet měření	Hmotnost m [g]
	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s} \cdot 1/2 \cdot \text{K}^{-1}]$	CV [%]	$[\text{W} \cdot \text{s}^{1/2} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$	CV [%]	$[\text{m}^2 \cdot \text{mk/W}]$	CV [%]		CV [%]		
Domyos	50,1	6,9	127	12,4	25,6	44,2	1,26	36,9	4	182,41
HEAD	51,1	1	100	3,1	19,5	0,9	1	0,8	4	219,10
CRAFT	38,8	1,1	74,3	6,4	31,2	2,3	1,21	2,3	4	159,60
PACIFIC	59,9	2,4	159	3,9	14,3	1,9	0,86	3,9	4	202,61
TCM	51,5	0,8	131	3,7	19,5	7,3	1	7,6	4	192,13
ALPINEPRO CZECH	48	0,9	127	2,6	13,2	2,7	0,63	2,8	4	173,36
GATTA ACTIVE	59,2	3,6	185	1,8	15	8,7	0,89	4,9	4	202,63
MOIRA	43,4	2,2	83,7	2	29,8	2,3	1,28	0,9	4	94,67
THE NORTH FACE	45	1,3	116	2,3	12,6	1	0,57	1,9	4	126,61
ACTIVE	47,6	2,8	108	4,3	21,5	3,6	1,02	5,2	4	155,13
ADIDAS	52,7	2,1	111	4,5	21,1	1,6	1,11	2,3	4	169,84
ALPINE PRO	49,9	10,4	128	19	26,4	29,3	1,29	18,4	4	214,04

Tabulka č. 6 Měření na přístroji Alambeta - běžecký trénink

Materiály	Tepelná vodivost λ [W.m-2s 1/2.K-1]		Tepelná jímavost b [W.s1/2.m-2.K-1]		Tepelný odpor r [m2.mKW]		Tloušťka h [mm]		Počet měření	Hmotnost m [g]
	CV [%]		CV [%]		CV [%]		CV [%]			
Domyos	92,2	13,6	260	36,2	14,3	58,8	1,42	41,5	4	202,74
HEAD	108	35,9	300	16,8	7,4	28,1	0,98	2,1	4	221,50
CRAFT	59,3	10,7	101	10,6	17,9	7,7	1,06	4,7	4	165,01
PACIFIC	128	1,4	390	12,7	5,3	2,2	0,67	2,1	4	220,12
TCM	107	0,7	290	11,1	7,6	2,5	0,81	2,4	4	208,80
ALPINEPRO CZECH	71	20,2	175	32,6	8,7	18,6	0,60	1,1	4	185,30
GATTA ACTIVE	76,1	14,4	227	32,8	14,2	13,8	1,06	8,8	4	214,88
MOIRA	91,4	2,8	204	12,1	14,5	3,9	1,32	2,7	4	106,24
THE NORTH FACE	86,4	0,9	264	12,9	7,1	0,3	0,62	1,1	4	139,13
ACTIVE	82,5	9,3	170	30,6	11,1	8,5	0,91	1,4	4	164,80
ADIDAS	95,3	20,3	259	45,2	11,6	25,5	1,06	7,2	4	184,76
ALPINE PRO	92	2,6	156	5,1	11,4	6,6	1,09	6,6	4	222,95

Tabulka č. 7 Měření na přístroji Alambeta – simulace potního impulsu

Materiály	Tepelná vodivost λ [W.m-2s 1/2.K-1]	CV [%]	Tepelná jímavost b [W.s1/2.m-2.K-1]	CV [%]	Tepelný odpor r [m2.mKW]	CV [%]	Tloušťka h [mm]	CV [%]	Počet měření	Hmotnost m [g]
Domyos	132	1,7	457	45,3	9,4	3,2	1,24	1,6	4	182,41
HEAD	152	0,8	504	19,8	6,4	0,5	0,97	1,2	4	219,10
CRAFT	115	3,3	369	40,5	9,9	5,4	1,13	3,1	4	159,60
PACIFIC	157	4,8	569	20,2	4,6	6,2	0,73	1,8	4	202,61
TCM	126	1,6	405	18,3	7,1	1,6	0,89	2,7	4	192,13
ALPINEPRO CZECH	121	1,2	478	15,9	4,6	1,4	0,56	1,0	4	173,36
GATTA ACTIVE	128	1,3	415	45,3	9,4	3,2	1,24	1,6	4	202,63
MOIRA	120	1,2	317	24,1	10,5	1,8	1,26	1,3	4	94,67
THE NORTH FACE	114	2,3	441	21	5,7	1,3	0,65	1,5	4	126,61
ACTIVE	126	2,4	434	22,1	7,6	3,6	0,96	1,8	4	155,13
ADIDAS	94,4	1	254	19,8	11	2,1	1,04	1,2	4	169,84
ALPINE PRO	129	2,6	374	22,3	7,6	4,9	0,98	2,6	4	214,04

Tabulka č. 8 Měření na přístroji Alambeta za sucha – simulace sezení (1000 Pa)

Materiály	Tepelná vodivost λ [W.m-2s 1/2.K-1]		Tepelná jímavost b [W.s1/2.m-2.K-1]		Tepelný odpor r [m2.mK/W]		Tloušťka h [mm]		Počet měření	Hmotnost m [g]
		CV [%]		CV [%]		CV [%]		CV [%]		
DOMYOS	54,9	1,8	135	4,5	22,3	9,8	1,22	7,9	4	182,41
HEAD	77,4	8,4	108	20,2	16,3	38	1,19	28,7	4	219,10
CRAFT	67,2	3,8	78,6	7,8	23,8	23,2	1,02	19,2	4	159,60
PACIFIC	74,1	22,8	188	26,6	12,4	65,8	0,82	32,8	4	202,61
TCM	57	1,5	150	4,4	14,2	6,9	0,81	7,9	4	192,13
GATTA ACTIVE	64,1	2,6	203	5,6	10,6	5,2	0,76	4,1	4	202,63

DOMYOS



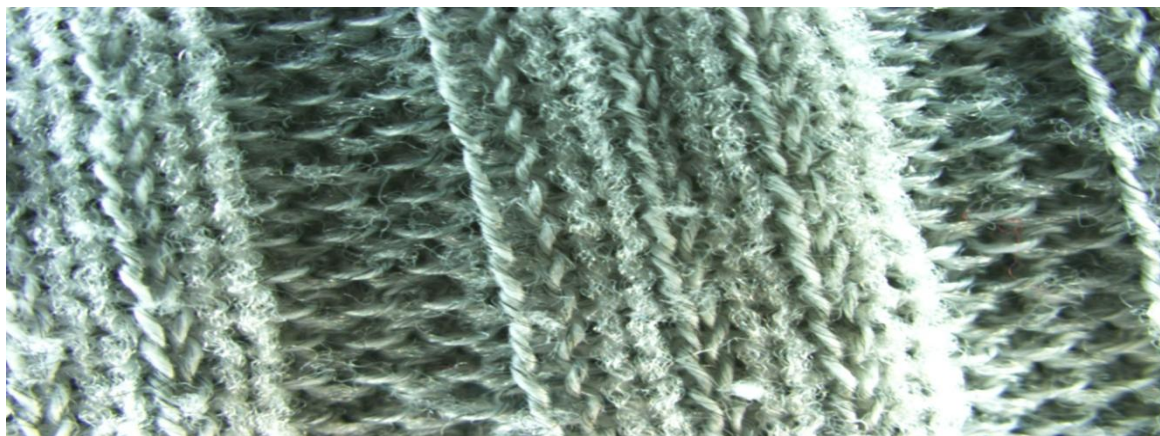
Obr. č. 60 DOMYOS

HEAD



Obr. č. 61 HEAD

CRAFT



Obr. č. 62 CRAFT

PACIFIK



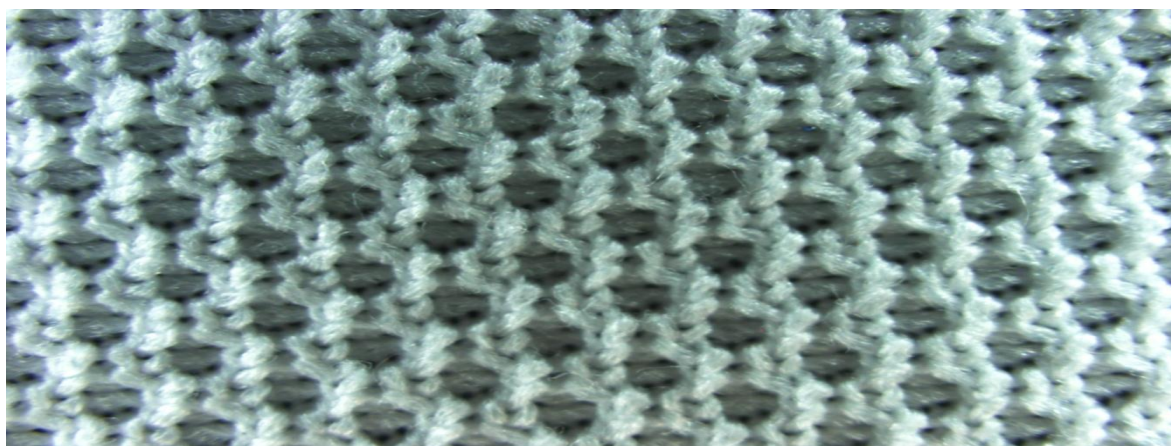
Obr. č. 63 PACIFIC

TCM



Obr. č. 64 TCM

ALPINE PRO CZECH



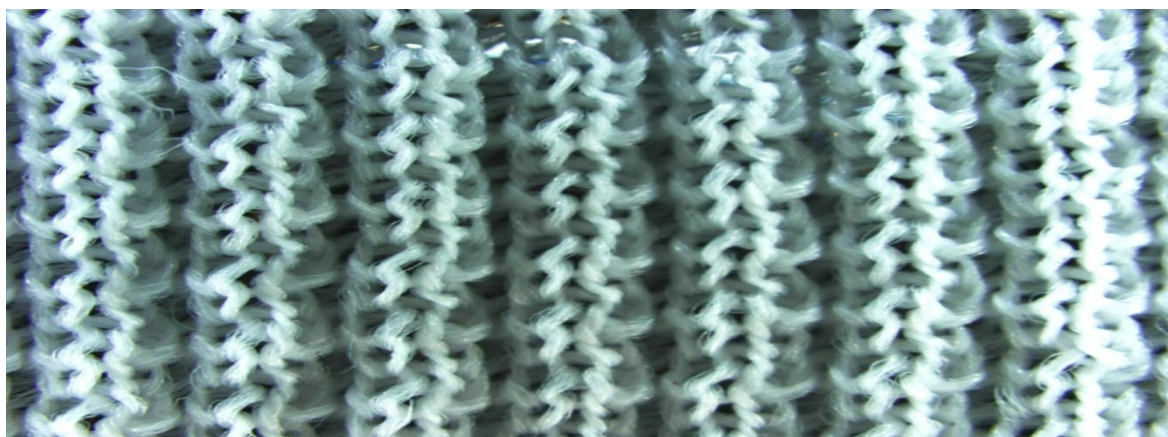
Obr. č. 65 ALPINE PRO CZECH

GATTA ACTIVE



Obr. č. 66 GATTA ACTIVE

MOIRA



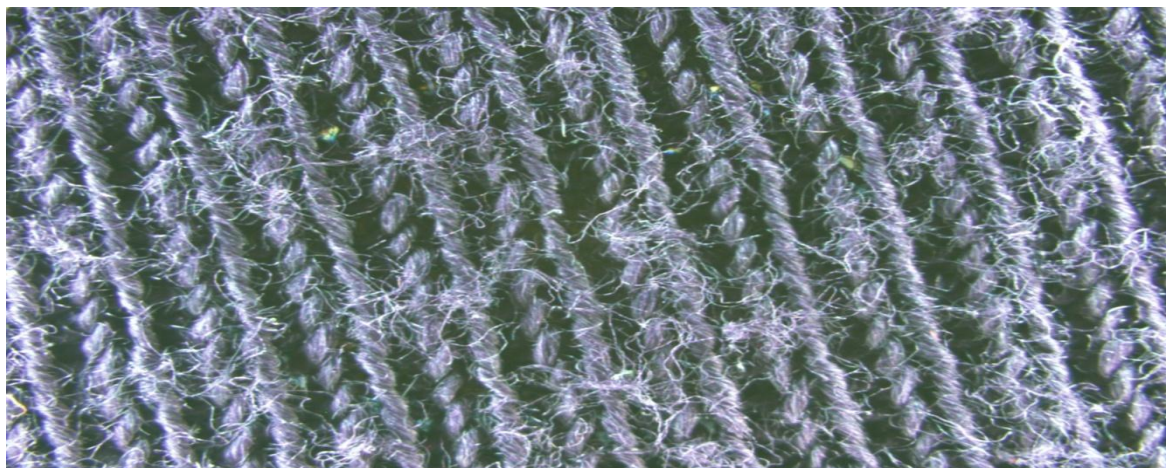
Obr. č. 67 MOIRA

THE NORTH FACE



Obr. č. 68 THE NORTH FACE

ACTIVE



Obr. č. 69 ACTIVE

ADIDAS

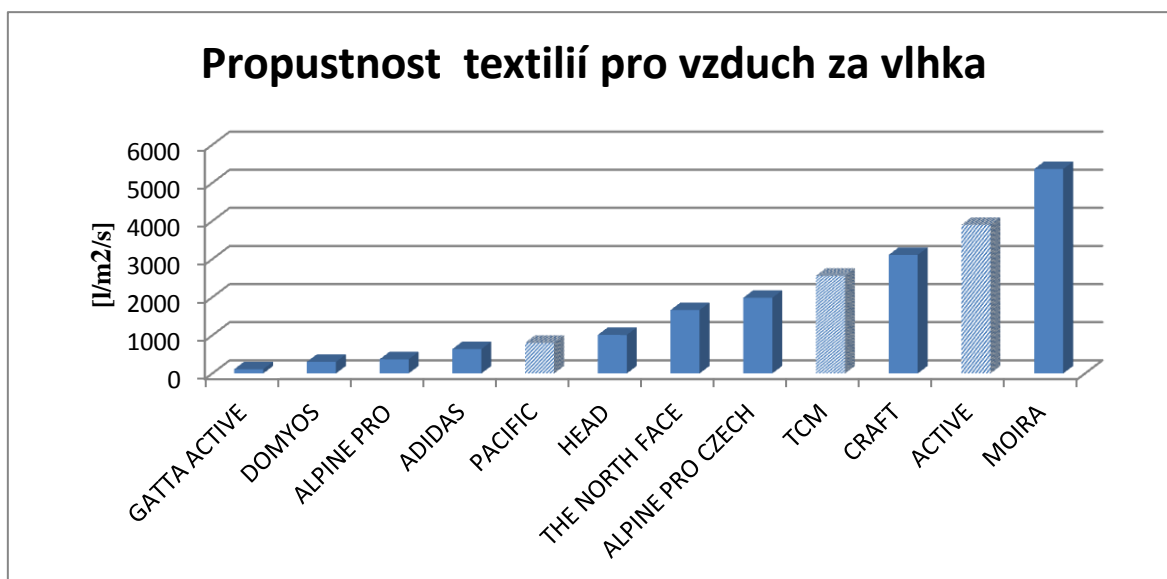


Obr. č. 70 ADIDAS

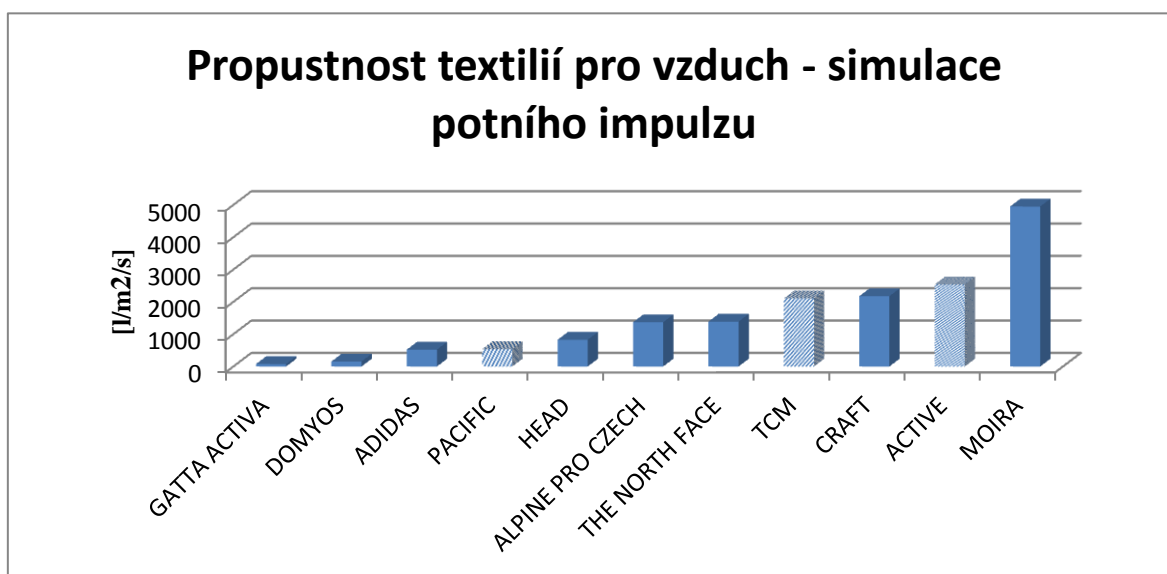
ALPINE PRO



Obr. č. 71 ALPINE PRO



Obr. Č. 72 Propustnost textilií pro vzduch za vlhka



Obr. č. 73 Propustnost textilií pro vzduch - simulace potního impulsu

Výsledky následujících grafů nepatří k hlavním výsledkům, protože při průchodu vzduchu skrz vlhkou textilií dochází k částečnému vysušení zkoušené textilie. Jelikož toto měření probíhá na dresech, které nesmí být poškozeny, nelze vážením zjistit, kolik vlhkosti se vypařilo, resp. bylo strženo proudícím vzduchem. Nicméně oba diagramy jsou si tolik podobné, že zřejmě vliv vysoušení bude malý. Z diagramů je patrné, že úspěch firmy Moira je zřejmě dán vysokou porozitou dressů této firmy, která se zachová i za vlhka.